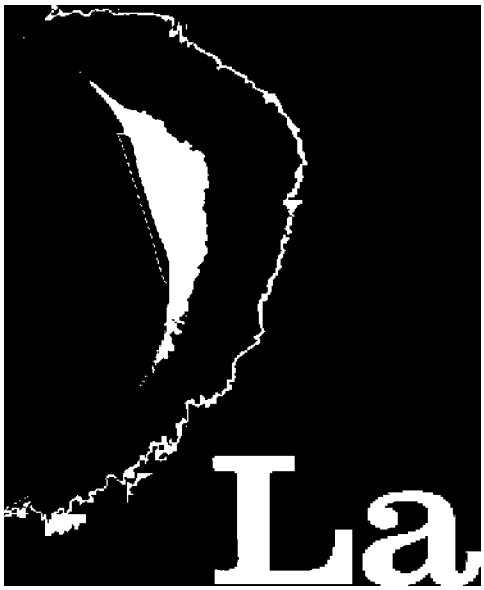
Jeremy

Rifkin



La sociedad de coste marginal cero

El Internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo

PAIDÓS Estado y Sociedad

índice

Portada
Agradecimientos
1, El gran cambio de paradigma: del capitalismo de mercado al procomún colaborativo
Primera parte. La historia no contada del capitalismo
2. Los cercamientos europeos y el nacimiento de la economía de mercado
3. El cortejo entre el capitalismo y la integración vertical
4. La naturaleza humana vista desde el capitalismo
Segunda parte. La sociedad de coste marginal casi cero
5. Productividad extrema. Internet de las cosas y energía gratuita
6. Impresión en 3D: de la producción para las masas a la producción de las masas
7. Los MOOC y la formación de coste marginal cero
8. El último trabajador
9. El auge del prosumidor y la creación de la economía inteligente
Tercera parte. El auge del procomún colaborativo
10. La comedia del procomún
11. Los «colaboratistas» se preparan para la lucha
12. La pugna por definir y controlar la infraestructura inteligente
Cuarta parte. Capital social v economía del compartir
13. De la propiedad al derecho de acceso
14. Microfinanciar el capital social, democratizar la moneda. humanizar la iniciativa empresarial y replantear el trabajo
Quinta parte. La economía de la abundancia
15. La cornucopia sostenible
16. Vivir en la biosfera
Epílogo. Un apunte personal
Bibliografía
Notas
Créditos

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer el trabajo tan extraordinario de Lisa Mankowsky y Shawn Moorhead en la supervisión y corrección de *La sociedad de coste marginal cero.* Casi todos los libros son el resultado de una colaboración. La eficacia del escritor depende en gran medida de las personas que trabajan con él en la preparación de un manuscrito. El señor Moorhead y la Sra. Mankowsky forman un equipo magnífico. El señor Moorhead ha prestado una atención muy especial a garantizar la integración adecuada de los temas y detalles conceptuales de todo el libro. La señora Mankowsky se ha centrado en la fluidez de la narración y la coherencia de la exposición. Su dedicación al proyecto, su asesoramiento editorial y sus sabios consejos han sido decisivos para dar forma al contenido final. Sus contribuciones se pueden encontrar en todas las páginas del libro final.

También deseo dar las gracias a Christian Pollard, que además de ayudarme en la preparación editorial del libro, ha diseñado una elegante campaña de promoción y marketing para su publicación.

Hemos tenido la oportunidad de trabajar con varios becarios de enorme talento durante los dos años de preparación de *La sociedad de coste marginal cero.* Sus contribuciones han añadido un gran valor al resultado final. Gracias a Dan Michell, Alexandra Martin, Jared Madden, Elizabeth Ortega, James Partlow, Shuyang «Cherry» Tu, James Najarían, Daniel McGowan, Gannon McHenry, Kevin Gardner, Justin Green y Stan Kozlowski.

También deseo dar las gracias a mi editora en Palgrave Macmillan, Emily Carleton, por su entusiasmo por el proyecto y por sus muchas y brillantes sugerencias en la faceta editorial

que tanto me han ayudado a pulir el manuscrito. Gracias también a Karen Wolny por su apoyo incansable durante todo el proceso.

Y, como siempre, quiero agradecer a mi mujer, Carol Grunewald, las muchas y fructíferas conversaciones que tanto me han ayudado durante la preparación del libro a dar forma a mi pensamiento y a plantear con rigor los argumentos del texto. Reconozco, con la mayor sinceridad, que Carol es la mejor editora y la persona con mayor dominio del lenguaje que he conocido.

Escribir este libro ha sido un placer y en esta tarea he volcado mi alma. Espero que los lectores disfruten del libro tanto como yo he disfrutado escribiéndolo.

Capítulo 1

EL GRAN CAMBIO DE PARADIGMA: DEL CAPITALISMO DE MERCADO AL PROCOMÚN COLABORATIVO

En la escena mundial está apareciendo un sistema económico nuevo: el procomún colaborativo. Es el primer paradigma económico que ha arraigado desde la llegada del capitalismo y el socialismo a principios del siglo XIX. El procomún colaborativo está transformando nuestra manera de organizar la vida económica y ofrece la posibilidad de reducir las diferencias en ingresos, de democratizar la economía mundial y de crear una sociedad más sostenible desde el punto de vista ecológico.

Ya estamos presenciando la aparición de una economía híbrida, en parte mercado capitalista y en parte procomún colaborativo; dos sistemas económicos que suelen actuar conjuntamente y que, a veces, compiten entre sí. Se benefician de las sinergias que surgen a lo largo de sus perímetros respectivos y, al mismo tiempo, se añaden valor mutuamente. En otras ocasiones se oponen con fuerza y cada uno intenta absorber o sustituir al otro.

La pugna entre estos dos paradigmas económicos rivales será prolongada y muy reñida. Pero incluso en esta etapa tan temprana, está quedando cada vez más claro que el sistema capitalista, que ha ofrecido una narración convincente de la naturaleza humana y un marco organizativo general para la vida cotidiana comercial, social y política de la sociedad durante más de diez generaciones, ya ha alcanzado su apogeo y ha iniciado su lento declive. Sospecho que el capitalismo seguirá formando parte del panorama social, pero dudo que

siga siendo el paradigma económico dominante en la segunda mitad del siglo XXI.

Aunque los indicadores de la gran transición a un sistema económico nuevo aún son endebles y en gran medida anecdóticos, el procomún colaborativo está en alza y es probable que hacia 2050 se establezca como el árbitro principal de la vida económica en la mayor parte del mundo. El capitalismo habrá dejado de reinar, pero seguirá prosperando una forma de capitalismo más racionalizado y práctico que hallará suficientes vulnerabilidades que explotar, sobre todo como agregador de servicios y soluciones en red, lo cual le permitirá desempeñar un papel importante en la nueva era económica. Estamos entrando en un mundo que, en parte, se encuentra más allá de los mercados, un mundo en el que aprendemos a convivir en un procomún colaborativo mundial cada vez más interdependiente.

Comprendo que esto sea inconcebible para la mayoría de la gente porque estamos condicionados para creer que el capitalismo es tan indispensable para nuestro bienestar como el aire que respiramos. Sin embargo, a pesar de los intentos de filósofos y economistas que durante siglos han afirmado que sus supuestos operativos reflejan las leyes que rigen la naturaleza, los paradigmas económicos no son fenómenos naturales, sino simples constructos humanos.

Como paradigma económico, el capitalismo ha tenido mucho éxito. Aunque su trayectoria ha sido relativamente breve en comparación con otros paradigmas económicos de la historia, es de justicia reconocer que su impacto tanto positivo como negativo en la aventura humana quizá haya sido más profundo y más amplio que el de ninguna otra era económica, con la excepción de la transición de la caza-recolección a la agricultura.

Lo irónico es que el declive del capitalismo no se debe a ninguna fuerza hostil. Frente al edificio capitalista no se agolpan hordas dispuestas a echar sus puertas abajo. Todo lo contrario. Lo que está socavando el sistema capitalista es el éxito enorme de los supuestos operativos que lo rigen. En el núcleo del capitalismo, en el mecanismo que lo impulsa, anida una contradicción que lo ha elevado hasta lo más alto y que ahora lo aboca a su fin.

El eclipse del capitalismo

La razón de ser del capitalismo es llevar cada aspecto de la vida humana al ámbito económico para transformarlo en una mercancía que se intercambie en el mercado como una propiedad. Pocos aspectos de la vida humana se han librado de esta transformación. Los alimentos que comemos, el agua que bebemos, los artefactos que creamos y usamos, las relaciones sociales en las que participamos, las ideas que alumbramos, el tiempo que gastamos e incluso el ADN que determina gran parte de quienes somos han acabado en manos del capitalismo, que los ha reorganizado y les ha puesto precio para introducirlos en el mercado. A lo largo de casi toda la historia, los mercados han sido lugares de encuentro ocasional para el intercambio de bienes. Hoy, prácticamente todos los aspectos de nuestra vida diaria están relacionados de algún modo con intercambios comerciales. El mercado nos define.

Y aquí reside la contradicción. Es precisamente esta lógica operativa del capitalismo la que hará que muera de éxito, como explicaré a continuación.

En su gran obra *La riqueza de las naciones*, Adam Smith, el padre del capitalismo moderno, sostiene que el mercado actúa de manera muy parecida a como actúan las leyes que rigen la gravedad descubiertas por Newton. Al igual que en la

naturaleza, donde para cada acción hay una reacción contraria equivalente, la oferta y la demanda se equilibran mutuamente en un mercado autorregulado. Si la demanda de bienes y servicios por parte del consumidor aumenta, los vendedores aumentarán los precios como consecuencia de ello. Y si los precios de venta aumentan demasiado, la demanda caerá y obligará a los vendedores a reducirlos.

El filósofo de la Ilustración francesa Jean-Baptiste Say, otro de los primeros artífices de la teoría económica clásica, añadió otro supuesto basado también en una metáfora de la física newtoniana. Según Say, la actividad económica se autoperpetúa y, como en la primera ley de la gravedad de Newton, cuando las fuerzas económicas se ponen en movimiento siguen moviéndose a menos que se les oponga una fuerza exterior. Según él, «un producto terminado ofrece, desde ese preciso instante, un mercado a otros productos por todo el monto de su valor [...]; la creación de un producto abre de inmediato un mercado a otros productos».[1] Una generación posterior de economistas neoclásicos refinó esta ley de Say afirmando que las nuevas tecnologías aumentan la productividad permitiendo que el fabricante produzca más bienes a un coste menor por unidad. Luego, el aumento de la oferta de productos más baratos crea su propia demanda y, con ello, obliga a los competidores a inventar tecnologías para aumentar la productividad y vender sus productos a un precio aún más bajo para recuperar sus clientes, obtener clientes nuevos, o las dos cosas. Todo el proceso actúa como una máquina de movimiento perpetuo. Unos precios más baratos resultantes de una tecnología nueva y de un aumento de la productividad hacen que los consumidores dispongan de más dinero sobrante que

pueden gastar en otras cosas, lo que da lugar a un nuevo ciclo de competencia entre fabricantes.

Pero es necesario hacer una salvedad. Estos principios operativos presuponen un mercado competitivo. Si uno o unos pocos fabricantes crecen más que la competencia y acaban con ella estableciendo un monopolio u oligopolio en el mercado —sobre todo si sus productos son esenciales— podrán mantener unos precios elevados sabiendo que los compradores tendrán pocas alternativas. En esta situación, el monopolista estará poco obligado o inclinado a introducir nuevas tecnologías que ahorren trabajo para aumentar la productividad, reducir los precios y mantener la competitividad. Esto ha sucedido muchas veces a lo largo de la historia, aunque solo sea durante breves períodos de tiempo.

Sin embargo, a la larga, siempre aparecen actores nuevos que rompen el monopolio introduciendo avances tecnológicos que aumentan la productividad y reducen los precios de unos bienes y servicios similares o alternativos.

Dicho esto, supongamos que llevamos a su conclusión lógica los supuestos de la teoría económica capitalista. Imaginemos un escenario donde la lógica operativa del sistema capitalista supera las expectativas más optimistas y el proceso competitivo conduce a una «productividad extrema» y a lo que los economistas llaman un «bienestar general óptimo»; esto es, un estado final en el que una competencia intensa obliga a la introducción de una tecnología cada vez más sofisticada que fomenta la productividad hasta un nivel óptimo en que el coste marginal de cada unidad adicional puesta a la venta «se aproxima a cero». En otras palabras, el coste de producir cada unidad adicional —si no se tienen en cuenta los costes fijos— es prácticamente nulo y el producto acaba siendo virtualmente

gratuito. De suceder esto, el beneficio, el «alma» del capitalismo, se acabaría evaporando.

En una economía de intercambio en el mercado, los beneficios proceden de los márgenes. Por ejemplo, yo mismo, como escritor, vendo el producto de mi trabajo intelectual a una editorial a cambio de un anticipo y de futuros derechos sobre mi libro. Luego, antes de llegar al comprador final, el libro pasa por varias personas como un corrector externo, un linotipista y un impresor, además de un mayorista, un distribuidor y un minorista. Cada parte que interviene en este proceso aumenta los costes de transacción añadiendo un margen de beneficio que justifique su participación.

Pero ¿qué ocurriría si el coste marginal de producir y distribuir un libro cayera en picado hasta aproximarse a cero? La respuesta es muy fácil porque ya está sucediendo. Cada vez hay más autores que escriben libros y los venden en Internet a un precio muy bajo —o incluso gratuitamente— prescindiendo de editoriales, correctores, impresores, mayoristas, distribuidores y minoristas. El coste de vender y distribuir cada copia es prácticamente nulo. Los únicos costes son el tiempo dedicado a crear el producto y los relacionados con el ordenador y la conexión a Internet. Un libro electrónico se puede producir y distribuir con un coste marginal casi nulo.

Este fenómeno del coste marginal casi nulo ya ha hecho estragos en sectores como la edición, la comunicación y el entretenimiento, porque miles de millones de personas tienen acceso a más y más información de una manera casi gratuita. Hoy, más de una tercera parte de la especie humana genera su propia información mediante teléfonos móviles y ordenadores relativamente baratos y la comparten en forma de vídeo, audio o texto con un coste marginal casi nulo en un mundo conectado en red y caracterizado por la colaboración. Además, la

revolución del coste marginal casi nulo empieza a afectar a otros sectores comerciales debido a las energías renovables, la fabricación por impresión 3D y la enseñanza superior por Internet. En todo el mundo ya hay millones de «prosumidores» —consumidores que a la vez son productores— que generan su propia electricidad verde, y se calcula que cerca de cien mil personas fabrican sus propios productos mediante impresoras 3D, todo ello con un coste marginal casi nulo.[2] También hay cerca de seis millones de estudiantes matriculados en cursos abiertos y masivos por Internet (MOOC, por sus siglas en inglés) impartidos por los mejores profesores del mundo; estos cursos otorgan créditos universitarios, son gratuitos y se desarrollan con un coste marginal cercano a cero. En los tres casos, los costes iniciales siguen siendo relativamente elevados, pero estos sectores crecen siguiendo una curva exponencial muy parecida a la que ha seguido la informática, cuyos costes marginales se han ido aproximando a cero en los últimos decenios. Entre los próximos veinte y treinta años, los prosumidores, conectados en inmensas redes continentales y mundiales, producirán y compartirán energía verde y productos y servicios físicos, y aprenderán en aulas virtuales, todo ello con un coste marginal cercano a cero que llevará la economía a una era de bienes y servicios casi gratuitos.

Muchos de los actores principales de la revolución del coste marginal cercano a cero sostienen que los bienes y servicios casi gratuitos serán mucho más corrientes, pero también abrirán nuevas posibilidades para crear otros bienes y servicios con unos márgenes de beneficio suficientes para mantener el crecimiento e incluso para permitir que el sistema capitalista pueda prosperar. Chris Anderson, exdirector de la revista *Wired*, nos recuerda que desde hace mucho tiempo se regalan

productos para atraer a posibles clientes con el fin de que compren otros productos, y cita el ejemplo de Gillette, el primer fabricante de hojas de afeitar desechables que regala las maquinillas de afeitar para que los consumidores compren las hojas de repuesto.[3]

Del mismo modo, muchos músicos y cantantes de hoy dejan que millones de personas compartan sus obras en Internet con la esperanza de atraer a fans que paguen por asistir a sus conciertos en directo. *The New York Times* y *The Economist* ofrecen a millones de personas la lectura gratuita de algunos artículos en Internet con la esperanza de que un porcentaje de esos lectores decidan suscribirse y pagar por leer sus noticias y reportajes con más detalle. En este sentido, la «gratuidad» es una estrategia de marketing para crear una cartera de clientes de pago.

Estas aspiraciones pecan de cortedad de miras y hasta puede que de ingenuidad. Cuantos más bienes y servicios que conforman la vida económica de la sociedad se acerquen a un coste marginal cercano a cero y sean casi gratuitos, más irá menguando el mercado capitalista hasta acabar ocupando unos nichos limitados donde las empresas rentables solo podrán sobrevivir en los márgenes de la economía, con una clientela cada vez más escasa para unos productos y servicios muy especializados.

La resistencia a aceptar la realidad de unos costes marginales casi nulos es comprensible. Gran parte de la vieja guardia del campo comercial —no toda— es incapaz de imaginar cómo sería la vida económica en un mundo en el que la mayoría de los bienes y servicios fueran prácticamente gratuitos, los beneficios fueran inexistentes, la propiedad no

tuviera sentido y el mercado estuviera de más. ¿Qué sucedería entonces?

Algunos ya se empiezan a plantear esta pregunta. Podrían hallar algún consuelo en el hecho de que varios de los grandes arquitectos del pensamiento económico moderno ya vislumbraron este problema hace mucho tiempo. John Maynard Keynes, Robert Heilbroner y Wassily Leontief, por nombrar solo algunos, se plantearon la contradicción fundamental que ha impulsado el capitalismo. Se preguntaron si, en un futuro entonces lejano, habría nuevas tecnologías que pudiesen aumentar la productividad y reducir los precios dando lugar a una situación como la que hoy se vislumbra.

Oskar Lange, un profesor de la Universidad de Chicago de principios del siglo xx, intuyó el dilema subyacente a un capitalismo maduro en el que la búsqueda de innovaciones tecnológicas para fomentar la productividad y reducir los precios haría caer al sistema en una contradicción. En 1936, en plena Gran Depresión, se preguntó si la institución de la propiedad privada de los medios de producción seguiría alimentando indefinidamente el progreso económico o si, en alguna etapa del desarrollo tecnológico, el éxito del sistema se convertiría en un obstáculo para su posterior crecimiento.[4]

Según Lange, cuando un empresario introduce tecnologías que le permiten bajar el precio de lo que produce, adquiere temporalmente una ventaja sobre los competidores maniatados por unos medios de producción anticuados que ven como se devalúan sus inversiones anteriores. Esto les obliga a responder introduciendo sus propias innovaciones con el fin de aumentar su productividad y reducir sus precios en un ciclo que no tiene fin.

Pero en sectores ya consolidados en los que un puñado de empresas consiguen hacerse con gran parte del mercado creando un monopolio u oligopolio, esas empresas tienen todo el interés en bloquear el progreso económico con el fin de proteger el valor del capital ya invertido en tecnología anticuada. Según Lange, «cuando mantener el valor del capital ya invertido se convierte en el principal objetivo de los empresarios, el progreso económico cesa o, al menos, se reduce considerablemente [...]. Este resultado aún se acentúa más si hay empresas que disfrutan de una posición de monopolio».[5]

En general, las empresas más poderosas de un sector intentan obstaculizar la incorporación de nuevas empresas e innovaciones. Pero limitar o impedir la introducción de tecnologías nuevas más productivas para proteger inversiones de capital anteriores crea un bucle de retroalimentación positiva que impide que se invierta capital en oportunidades rentables nuevas. Si el capital no puede migrar a nuevas inversiones rentables, la economía entra en un período de estancamiento.

Lange describió la pugna entre unos capitalistas y otros en términos muy claros:

> La estabilidad del sistema capitalista se ve afectada por la alternancia entre los intentos de detener el progreso económico con el fin de proteger inversiones antiguas y los tremendos colapsos que se producen cuando esos intentos fracasan.[6]

Los intentos de bloquear el progreso económico fracasan siempre porque nuevos empresarios exploran sin cesar los márgenes del sistema en busca de innovaciones que les permitan aumentar la productividad y reducir los costes con el fin de atraer a los consumidores con precios más bajos que los de la competencia. A la larga, la carrera que Lange describe es

implacable: la productividad rebaja sin cesar los costes y los precios, con la consiguiente reducción de los márgenes de beneficios.

Aunque la mayoría de los economistas de hoy verían con recelo una era caracterizada por unos productos y servicios prácticamente gratuitos, algunos economistas anteriores ya expresaron un entusiasmo comedido ante dicha posibilidad. Keynes, el venerable economista del siglo xx cuyas teorías económicas aún tienen un peso considerable, escribió un breve ensayo titulado «Economic Possibilities for Our Grandchildren» en 1930, cuando millones de estadounidenses empezaban a sospechar que el repentino bajón de la actividad económica de 1929 en realidad era el inicio de una larga depresión.

Keynes observó que las nuevas tecnologías aumentaban la productividad y reducían los costes de bienes y servicios a un ritmo sin precedentes. También reducían de una manera drástica la cantidad de trabajo humano necesario para producir esos bienes y servicios. De hecho, Keynes introdujo un nuevo término asegurando a sus lectores que oirían «hablar mucho de él en los próximos años: el "desempleo tecnológico". Un término que designa el desempleo debido al descubrimiento de medios para reducir el uso de mano de obra y que crece a un ritmo que sobrepasa la capacidad de hallar nuevos usos para dicha mano de obra». Keynes se apresuró a añadir que si bien el desempleo tecnológico es negativo a corto plazo, a largo plazo es positivo porque significa «que la humanidad soluciona sus problemas económicos».[7]

Keynes creía que «pronto se puede llegar a un punto, quizá mucho antes de lo que todos creemos, en el que estas necesidades [económicas] se satisfagan en el sentido de que prefiramos dedicar nuestra energía a fines no económicos».[8]

Keynes esperaba la llegada de un futuro en el que las máquinas produjeran bienes y servicios abundantes y casi gratuitos, liberaran al ser humano del trabajo duro y de la adversidad, e hicieran que la mente humana dejara de preocuparse por intereses estrictamente pecuniarios y se centrara más en las «artes para la vida» y en la búsqueda de lo trascendente.

En la década de 1930, Lange y Keynes supieron detectar la esquizofrenia que radica en el núcleo del sistema capitalista: el dinamismo empresarial propio de los mercados competitivos que aumenta la productividad y reduce los costes marginales. Los economistas saben desde hace tiempo que la economía más eficiente es aquella en la que los consumidores solo pagan por el coste marginal de los productos que adquieren. Pero si los consumidores solo pagan el coste marginal y ese coste se sigue aproximando a cero, las empresas no podrán garantizar ni los beneficios ni la rentabilidad que exigen sus accionistas. En ese caso, los líderes del mercado intentarán dominarlo mediante un monopolio que les permita imponer precios superiores al coste marginal de los productos que venden e impedir así que la mano invisible lleve el mercado hacia una economía más eficiente basada en unos costes marginales casi nulos y en unos bienes y servicios casi gratuitos. La contradicción que subyace a la teoría y la práctica del capitalismo se plasma en el círculo vicioso que acabamos de describir.

Ochenta años después de que Lange y Keynes realizaran aquellas observaciones, los economistas de hoy vuelven a fijar su atención en el funcionamiento contradictorio del sistema capitalista porque no saben cómo impedir que la economía de mercado se acabe autodestruyendo ante las nuevas tecnologías que acercan la sociedad cada vez más a una era marcada por un coste marginal cercano a cero.

En un simposio del Banco de la Reserva Federal de los Estados Unidos celebrado en Kansas City en agosto de 2001, Lawrence Summers, ministro de Hacienda de los Estados Unidos durante la administración del presidente Bill Clinton y exrector de la Universidad de Harvard, y J. Bradford DeLong, profesor de economía de la Universidad de California en Berkeley, volvieron a plantear el dilema del capitalismo en una ponencia titulada «Economic Policy for the Information Economy». En esta ocasión había mucho más en juego, porque las nuevas tecnologías de la información y la incipiente revolución de las comunicaciones por Internet amenazaban con llevar el sistema capitalista a una realidad de coste marginal casi nulo en los decenios siguientes.

Summers y DeLong se centraron en las tecnologías emergentes para el procesamiento de datos y la comunicación. Según ellos, aquellas innovaciones «de carácter sísmico» estaban provocando una reconfiguración total de la vida comercial, con un impacto potencial equiparable al de la aparición de la electricidad. Creían muy probable que esos cambios tecnológicos provocaran una rebaja drástica de los costes marginales, aspecto en el que basaron su exposición. Aceptaban que «la condición más básica para la eficiencia económica [es] que el precio iguale el coste marginal».[9] También reconocían que «el coste social y marginal de distribuir bienes de información se acerca a cero».[10] Y ahí estaba la paradoja:

> [...] las empresas que cubren sus costes [fijos] con los ingresos que obtienen de sus ventas a los consumidores no pueden producir bienes de información que se vendan a su coste marginal de producción, que es cero. Para que [una empresa] pueda crear y producir bienes de información [...] debe prever que los va a vender obteniendo beneficios.[11]

Summer y DeLong se oponían a las subvenciones públicas para cubrir los costes iniciales aduciendo que los defectos de «la democracia administrativa», «las decisiones tomadas en grupo» y «el papeleo burocrático [...] agotan la energía empresarial del mercado».[12]

Los dos autores proponían con grandes reservas que, en lugar de la intervención del Estado, la mejor manera de proteger la innovación en una economía en la que «los bienes se producen en condiciones de aumentos sustanciales de los rendimientos de escala» quizá fuera favorecer monopolios naturales a corto plazo.[13] Basaban esta propuesta en que «el poder y los beneficios de un monopolio temporal son la recompensa necesaria para que la empresa privada se sienta estimulada a adoptar la innovación».[14] Los dos autores eran conscientes de las dificultades que esto supondría para la empresa privada y admitían que «un monopolio natural no satisface la condición más básica para la eficiencia económica: que el precio se equipare al coste marginal».[15] En efecto, como todo economista sabe, el modus operandi de un monopolio consiste en impedir que los posibles competidores introduzcan innovaciones que aumenten la productividad, reduzcan los costes marginales y rebajen los precios de venta. No obstante, Summers y DeLong concluían que este podría ser el único camino en esta «nueva economía». Con una sinceridad poco frecuente, los autores reconocían que «la manera adecuada de plantearse estos problemas tan complejos no está clara, pero lo que sí está claro es que el paradigma competitivo no puede dar una respuesta totalmente adecuada [...] y que aún no sabemos cómo será el paradigma que la pueda proporcionar».[16]

Summer y DeLong se hallaron ante un callejón sin salida. Aunque ni economistas ni empresarios tuvieron nunca la

intención de que el sistema capitalista se autodestruyera (esperaban que su reinado fuera eterno), una mirada atenta a su lógica operativa revela el carácter inevitable de un futuro caracterizado por un coste marginal casi nulo. Una sociedad de coste marginal cercano a cero es el estado de eficiencia óptima para fomentar el bienestar general y representa el triunfo supremo del capitalismo, pero este momento de triunfo también marca su desaparición inevitable de la escena mundial. Aunque el capitalismo está muy lejos de autodestruirse, está claro que cuanto más nos acerca a una sociedad de coste marginal cercano a cero su supremacía otrora incontestada se diluye y abre paso a una manera totalmente nueva de organizar la vida económica en una era caracterizada más por la abundancia que por la escasez.

Cambiar el paradigma económico

El pasaje más interesante de la ponencia de Summers y DeLong sobre las contradicciones y los retos a los que se enfrentan la teoría y la práctica del capitalismo en la era de la información es cuando confiesan no saber cuál será el paradigma que lo acabe sustituyendo. El hecho mismo de que mencionaran la posibilidad de un paradigma nuevo revela las anomalías que ensombrecen la viabilidad a largo plazo del régimen económico existente.

Parece que nos hallamos en las primeras etapas de una transformación revolucionaria en los paradigmas económicos. En el ocaso de la era capitalista está surgiendo un modelo económico nuevo y más adecuado para organizar una sociedad en la que cada vez hay más bienes y servicios casi gratuitos.

La expresión «cambio de paradigma» se ha usado tanto y de tantas maneras en los últimos años en relación con casi cualquier clase de transformación, que quizá sea conveniente

recordar a Thomas Kuhn, cuyo libro *La estructura de las revoluciones científicas* introdujo la palabra *paradigma* en el habla cotidiana. Para Kuhn, un paradigma es un sistema de creencias y supuestos que actúan conjuntamente para crear una visión del mundo integrada y unificada, y que al ser muy convincente y persuasiva se considera equivalente a la realidad misma. Kuhn empleó este término para referirse a modelos de la ciencia estándar que gozan de una aceptación casi universal como la física de Newton o la evolución darwiniana.[17]

El poder narrativo de un paradigma se basa en su descripción exhaustiva de la realidad. Una vez aceptado, se hace difícil —si no imposible— cuestionar sus supuestos básicos, puesto que estos parecen reflejar el orden natural de las cosas. Las explicaciones alternativas del mundo rara vez se contemplan porque ponen en entredicho lo que se acepta como verdad inequívoca. Pero esta aceptación incondicional y esta negativa a considerar explicaciones alternativas conducen a una serie de incoherencias que se van acumulando hasta que se alcanza un punto de inflexión en el que el paradigma existente se desmorona y es reemplazado por un paradigma explicativo nuevo que permite encajar mejor las anomalías, las ideas y las novedades en una nueva narración general.

El paradigma capitalista, aceptado desde hace mucho como el mejor mecanismo para organizar de una manera eficiente la actividad económica, se ve ahora atacado desde dos frentes.

Por un lado, una iniciativa interdisciplinaria ha unido varios campos antes separados —incluyendo química, biología, ciencias ecológicas, ingeniería, arquitectura, tecnologías de la información y planificación urbanística— y ha puesto en entredicho la teoría económica tradicional (ligada a las metáforas de la física newtoniana) con una nueva economía

teórica basada en las leyes de la termodinámica. La teoría capitalista convencional no dice prácticamente nada sobre la relación indisoluble entre la actividad económica y los condicionamientos ecológicos impuestos por las leyes de la energía. En la teoría económica clásica y neoclásica, las dinámicas que rigen la biosfera terrestre no son más que simples externalidades para la actividad económica; es decir, factores ajustables de poca importancia y con pocas consecuencias reales para el funcionamiento del sistema capitalista como un todo.

Los economistas convencionales no reconocen que las leyes de la termodinámica rigen toda la actividad económica. Las leyes primera y segunda de la termodinámica establecen que «la energía total en el universo es constante y la entropía total aumenta continuamente».[18] La primera ley, la ley de la conservación, establece que la energía no se crea ni se destruye, que la cantidad de energía del universo siempre ha sido la misma desde el principio de los tiempos y lo seguirá siendo hasta el final. Pero aunque la energía permanece constante, se transforma continuamente en una sola dirección, de disponible a no disponible. Aquí es donde entra en juego la segunda ley de la termodinámica según la cual la energía siempre fluye de lo caliente a lo frío, de lo concentrado a lo disperso, del orden al caos. Por ejemplo, si quemamos un trozo de carbón, la suma total de la energía no variará, pero esa energía se dispersará en la atmósfera en forma de dióxido de carbono, dióxido de azufre y otros gases. Aunque la energía no se ha perdido, el hecho de que se haya dispersado le impide producir un trabajo útil. Los físicos denominan entropía a esta energía que ya no se puede utilizar.

Toda actividad económica se basa en aprovechar la energía disponible en la naturaleza —en forma sólida, líquida o gaseosa — y convertirla en productos y servicios. En cada paso del proceso de producción, almacenamiento y distribución se utiliza energía para transformar recursos naturales en productos y servicios terminados. En la energía incorporada en cualquier producto o servicio se debe contar la energía utilizada y perdida —la factura entrópica— para «mover» la actividad económica a lo largo de la cadena de valor. Llegado el momento, los bienes que producimos se consumen, se desechan, se reciclan y se devuelven a la naturaleza con otro aumento de la entropía. Los ingenieros y los químicos señalan que, en relación con la actividad económica, nunca se produce un aumento neto de energía: siempre se produce una pérdida de la energía disponible en el proceso de transformar los recursos naturales en valor económico. La gran pregunta es cuándo habrá que pagar la factura.

Y la factura entrópica de la era industrial ya ha vencido. La acumulación de emisiones de dióxido de carbono en la atmósfera a causa de la combustión de ingentes cantidades de combustibles fósiles ha dado lugar al cambio climático y a la destrucción sistemática de la biosfera terrestre poniendo en tela de juicio el modelo económico actual. En general, la economía aún debe hacer frente a la realidad de que la actividad económica está condicionada por las leyes de la termodinámica. La manifiesta incomprensión que esta profesión tiene de su propia especialidad es lo que provoca un replanteamiento del paradigma desde disciplinas como las ciencias naturales y sociales. Ya he abordado esta cuestión con más detalle en un capítulo de mi libro anterior, *La Tercera Revolución Industrial*, titulado «La hora de la jubilación para Adam Smith».

En el otro frente, desde las entrañas mismas de la Segunda Revolución Industrial está surgiendo una plataforma tecnológica nueva y poderosa que acelera el final del capitalismo al acentuar su contradicción esencial. La unión del Internet de las comunicaciones con un Internet de la energía y un Internet de la logística incipientes en una infraestructura inteligente del siglo XXI perfectamente integrada —la llamada Internet de las cosas o IdC— está dando lugar a una Tercera Revolución Industrial. El Internet de las cosas ya está aumentando la productividad hasta el punto de que el coste marginal de producir muchos bienes y servicios es casi nulo, y esos bienes y servicios son prácticamente gratuitos. El resultado es que los beneficios empresariales se están empezando a evaporar, los derechos de propiedad pierden fuerza y la economía basada en la escasez deja paso, lentamente, a una economía de la abundancia.

El Internet de las cosas

El Internet de las cosas conectará todas las cosas con todas las personas en una red mundial integrada. Personas, máquinas, recursos naturales, cadenas de producción, redes de logística, hábitos de consumo, flujos de reciclaje y prácticamente cualquier otro aspecto de la vida económica y social estarán conectados mediante sensores y programas con la plataforma IdC, que enviará continuamente cantidades ingentes de datos a cada nodo —empresas, hogares, vehículos— en cada momento y en tiempo real. Estas cantidades ingentes de datos —los «grandes datos» (en inglés, *big data*) de los que tanto se habla hoy— serán procesados mediante análisis avanzados y transformados por algoritmos predictivos que se programarán en sistemas automatizados para mejorar la eficiencia termodinámica, aumentar drásticamente la productividad y

reducir casi a cero el coste marginal de producir y distribuir toda una gama de bienes y servicios por toda la economía.

El Internet of Things European Research Cluster, un organismo creado por la Comisión Europea para facilitar la transición hacia una nueva era caracterizada por una «informática ubicua», ha descrito varias de las múltiples aplicaciones actuales del Internet de las cosas que ya conectan el planeta en una red mundial distribuida.

El IdC se está implantando en sectores industriales y comerciales. Las empresas instalan sensores a lo largo de toda la cadena comercial para supervisar y seguir el flujo de sus bienes y servicios. Por ejemplo, UPS utiliza grandes datos para seguir al instante los 60.000 vehículos de su flota en los Estados Unidos e instala sensores en los vehículos para detectar el posible fallo o desgaste de las piezas y poder sustituirlas antes de que se produzca una avería costosa en ruta.[19]

Hay sensores que registran y comunican la disponibilidad de recursos brutos, informan a la sede central de las existencias actuales en los almacenes y detectan averías en las cadenas de producción. Otros sensores comunican en tiempo real los cambios del consumo de electricidad en empresas y hogares y su impacto en el precio de la electricidad. Los consumidores que programan sus aparatos para que reduzcan el consumo o para que se apaguen durante los períodos de consumo máximo con el fin de evitar los picos del precio de la electricidad o para evitar apagones en la red, reciben un abono en la siguiente factura eléctrica.

Hay comercios minoristas con sensores que comunican a los departamentos de ventas y de marketing los artículos que se miran, se tocan, se devuelven al estante o se compran, para evaluar la conducta de los consumidores. Otros sensores siguen

el paradero de productos enviados a minoristas y consumidores y registran la cantidad de desperdicios que se reciclan y se procesan para ser reutilizados. Estos grandes datos se analizan sin cesar para calibrar las cadenas de suministro y los procesos de producción y distribución, y para iniciar prácticas comerciales nuevas con el fin de aumentar las eficiencias termodinámicas y la productividad en toda la cadena de valor.

El IdC también se está empezando a usar en las «ciudades inteligentes». Hay sensores que miden las vibraciones y el estado de los materiales de edificios, puentes, vías de comunicación y otras infraestructuras para evaluar su salud estructural y saber cuándo se deben hacer reparaciones. Otros sensores miden la contaminación acústica de los distintos barrios o registran la congestión del tráfico en las calles y la densidad peatonal en las aceras para optimizar las rutas de vehículos y viandantes. Sensores colocados en los bordillos de las aceras indican a los conductores la disponibilidad de plazas de aparcamiento. Las carreteras y autovías «inteligentes» mantienen informados a los conductores sobre accidentes y retrasos. Las compañías aseguradoras están empezando a experimentar con sensores en los vehículos para obtener datos sobre las horas del día en que se utilizan, los lugares donde se encuentran y las distancias recorridas en un período dado de tiempo con el fin de predecir riesgos y determinar las primas.[20] Sensores instalados en el alumbrado público hacen que este se encienda y se apague en respuesta a la luz del entorno. Incluso se instalan sensores en cubos de la basura para determinar la cantidad de residuos y optimizar la recogida.

El Internet de las cosas se está aplicando con rapidez en el medio natural para administrar mejor los ecosistemas de la Tierra. Se usan sensores en los bosques para alertar a los

bomberos de condiciones peligrosas que puedan ocasionar incendios. Los científicos están instalando sensores en ciudades, suburbios y comunidades rurales para medir los niveles de contaminación y avisar al público en caso de peligro por algún agente tóxico. En 2013, unos sensores colocados en el tejado de la embajada de los Estados Unidos en Beijing indicaban cada hora las variaciones de las emisiones de carbono en la capital china. Los datos se publicaban al instante en Internet para avisar a los habitantes en caso de que la contaminación alcanzara niveles peligrosos. Esto hizo que el Gobierno chino tomara medidas drásticas para proteger la salud pública como reducir las emisiones de carbono de las centrales térmicas cercanas a la ciudad o limitar el tráfico de turismos y la producción de las fábricas con gran consumo de energía.

Como parte de sistemas de alerta contra avalanchas, hundimientos, erupciones y terremotos se están colocando sensores en el suelo para detectar cambios sutiles en las vibraciones y la densidad de la Tierra. IBM está colocando sensores en el aire y en el suelo de Río de Janeiro para predecir lluvias torrenciales y corrimientos de tierras con una antelación de hasta dos días para que las autoridades puedan evacuar las zonas afectadas.[21]

Hay investigadores que colocan sensores en animales en libertad y a lo largo de rutas migratorias con el fin de medir cambios medioambientales y de conducta que puedan afectar su bienestar y poder adoptar medidas preventivas para restablecer la dinámica de los ecosistemas. También se colocan sensores en ríos, lagos y mares para detectar cambios en la calidad del agua y medir y subsanar el impacto en la flora y la fauna de estos ecosistemas. En Dubuque, Iowa, se ha puesto en marcha un programa piloto para instalar en los hogares contadores

digitales de agua con un *software* que registra las pautas de consumo y permite informar a los residentes de la existencia de posibles fugas además de recomendarles medidas para reducir el consumo.[22]

El IdC también está transformando la producción y la distribución de alimentos. Los agricultores usan sensores para comprobar las condiciones meteorológicas, los cambios de la humedad del suelo, la dispersión del polen y otros factores que influyen en el rendimiento de sus cultivos e instalan mecanismos de respuesta automatizados para mantener unas condiciones de crecimiento adecuadas. También se colocan sensores en las cajas de frutas y hortalizas en tránsito para seguir su paradero o para «olfatear» su estado y redirigirlas a los vendedores más cercanos si su deterioro es inminente.[23]

Incluso los médicos fijan o implantan sensores en el cuerpo humano para monitorizar funciones corporales como el ritmo cardíaco, el pulso, la temperatura corporal y la coloración de la piel y detectar cambios vitales que puedan requerir una intervención preventiva. General Electric trabaja con *software* de visión por ordenador que «puede analizar expresiones faciales en busca de señales de dolor agudo, principio de delirio u otras señales de estrés» para alertar al personal de enfermería.[24] En un futuro no muy lejano todos llevaremos sensores corporales que estarán conectados con versiones electrónicas de nuestro historial médico, lo cual permitirá que el IdC diagnostique con rapidez nuestro estado físico y ayude al personal de urgencias a actuar sin dilación.

Quizá el impacto más espectacular del IdC se haya dado en el campo de los sistemas de seguridad. Hay multitud de viviendas, oficinas, fábricas, tiendas e incluso lugares públicos equipados con cámaras y sensores para detectar actividades

delictivas. El IdC avisa a los servicios de seguridad o a la policía para que respondan con rapidez y les ofrece información para detener a los delincuentes.

El IdC integra el entorno artificial y el medio ambiente natural en una red operativa coherente, permitiendo que cada ser humano y cada objeto se comuniquen buscando sinergias y facilitando interconexiones que optimicen las eficiencias termodinámicas de la sociedad, asegurando al mismo tiempo el bienestar de la Tierra como un todo. Si las plataformas tecnológicas de las dos primeras revoluciones industriales ayudaron a separar y acotar las muchas interdependencias ecológicas de la Tierra para el intercambio comercial y el beneficio personal, la plataforma IdC de la Tercera Revolución Industrial (TRI) invierte este proceso. Lo que convierte al IdC en una tecnología que rompe con la forma en que hemos organizado la vida económica es que ayuda a la humanidad a reintegrarse en la compleja coreografía de la biosfera y, con ello, a aumentar de una manera drástica la productividad sin poner en peligro las relaciones ecológicas que rigen el planeta. Utilizar menos recursos de la Tierra con más eficacia y productividad en una economía circular, y llevar a cabo la transición de los combustibles fósiles a las energías renovables, son características que definen el nuevo paradigma económico. En la nueva era, cada uno de nosotros se convertirá en un nodo del sistema nervioso de la biosfera.

Si bien el IdC ofrece la promesa de una transformación radical de nuestra manera de vivir en la Tierra y marca el camino hacia un futuro más sostenible y abundante, también plantea problemas importantes en torno a la seguridad de los datos y la privacidad personal que se abordarán a fondo en el capítulo 5 y en otros capítulos del libro.

Algunas de las principales empresas del campo de las tecnologías de la información ya trabajan en el desarrollo del Internet de las cosas. El «Internet industrial» de General Electric, el «Internet de todo» de Cisco, el proyecto *Smarter Planet* de IBM y las «Ciudades sostenibles» de Siemens son algunas de las muchas iniciativas actuales cuyo objetivo es crear una infraestructura inteligente para la Tercera Revolución Industrial o TRI que pueda conectar barrios, ciudades, regiones y continentes en lo que los observadores de este campo llaman «red neural mundial». Es una red diseñada para que sea abierta, distribuida y colaborativa, de modo que cualquier persona, en cualquier momento y lugar, tenga la oportunidad de acceder a ella y usar sus datos para crear aplicaciones nuevas con las que administrar su vida diaria con un coste marginal casi nulo.

Al principio, las grandes empresas que abogaban por el IdC tenían algunas dudas sobre qué constituía exactamente el mecanismo operativo básico de esta plataforma. En 2012, Cisco me invitó a Berlín para que hablara de la Tercera Revolución Industrial a los directores de informática de varios de sus clientes principales. Un año después, Siemens me invitó a una reunión con su consejero delegado, Peter Loescher, con su junta directiva mundial y con 20 directores de sus divisiones globales. En estas reuniones pude comprobar que los ejecutivos de las dos empresas tenían muy presente el IdC.

En la reunión con Cisco empecé preguntando qué tenían en común todos los sistemas de infraestructuras de la historia. Una infraestructura requiere tres elementos que interactúen entre sí para que el sistema funcione como un todo: un medio de comunicación, una fuente de energía y un mecanismo de logística. En este sentido, una infraestructura sería una especie de prótesis, una manera de expandir el organismo social. Sin

una forma de comunicación, una fuente de energía y una forma de movilidad, la sociedad dejaría de funcionar.

Como he dicho antes, el IdC está formado por un Internet de las comunicaciones, un Internet de la energía y un Internet de la logística que actúan conjuntamente en un solo sistema operativo que busca continuamente maneras de aumentar las eficiencias termodinámicas y la productividad en la obtención de recursos, la producción y distribución de bienes y servicios y el reciclaje de residuos. Cada una de estas tres redes posibilita las otras. Sin comunicación no podemos gestionar la actividad económica. Sin energía no podemos generar información ni alimentar el transporte. Sin logística no podemos trasladar la actividad económica por la cadena de valor. Juntos, estos tres sistemas operativos conforman la fisiología del nuevo organismo económico.

Las tres redes interoperables del IdC requieren una transformación de las funciones de cada empresa. En el caso concreto de Cisco, expuse mis dudas sobre la viabilidad de los directores de informática en una economía IdC y propuse que, en el futuro, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), los servicios energéticos y la logística se integrarían en una sola función bajo la supervisión de un director de productividad que combinaría conocimientos de TIC, de energía y de logística para usar el IdC con el fin de optimizar la eficiencia termodinámica y la productividad de las operaciones de la empresa.

Aunque Cisco es básicamente una empresa TIC, Siemens es más diversa y contiene varias divisiones, entre ellas una dedicada a las TIC y otras dedicadas a la energía, la logística y las infraestructuras. Cuando me reuní con los directivos de Siemens quedó claro que estas divisiones todavía operaban de una manera más o menos independiente y que cada una

comercializaba productos y servicios propios. La nueva imagen de la empresa como proveedora de soluciones para la creación de ciudades inteligentes y sostenibles está obligando a estas divisiones tradicionalmente independientes a iniciar una conversación sobre la manera de añadirse valor mutuamente impulsando la nueva visión de un mundo basado en el IdC. El concepto de estas tres redes actuando en un solo sistema IdC para aumentar las eficiencias termodinámicas y la productividad de ciudades, regiones y países, enseguida empezó a tener sentido. La clave está en los detalles, en determinar cuál es la mejor manera de crear un modelo comercial nuevo que conjugue las potentes divisiones de Siemens en un solo proveedor de soluciones que ayude a las distintas administraciones a desarrollar una plataforma tecnológica para el Internet de las cosas y a realizar con éxito la transición hacia una sociedad «inteligente» y «sostenible».

La cuestión de replantearse las prácticas comerciales está empezando a adquirir mucha importancia con la evolución repentina de la plataforma IdC. Mi propia empresa social, TIR Consulting Group, está formada por muchas de las principales empresas mundiales dedicadas a la arquitectura, la energía, la construcción, la electricidad, el agua y otros servicios públicos, la informática y la electrónica, y el transporte. Desde 2009 hemos trabajado con ciudades, regiones y países en el establecimiento de planes generales para la introducción de la infraestructura IdC de la Tercera Revolución Industrial. Con todo, debo reconocer que nos hallamos en un terreno inexplorado y que seguimos una curva de aprendizaje muy pronunciada para averiguar cuál es la mejor manera de construir la nueva sociedad inteligente. Pero hay algo que sí sabemos: el núcleo del sistema operativo del IdC es la integración del Internet de las comunicaciones, el Internet de la

energía y el Internet de la logística en una plataforma operativa coherente. Si cada uno sigue aislado de los demás será imposible erigir el IdC y avanzar hacia una sociedad inteligente y un mundo sostenible. (A lo largo del libro seguiremos examinando los tres internets que conforman el mecanismo impulsor del IdC.)

El auge del procomún colaborativo

Perdido entre todo el entusiasmo que genera el Internet de las cosas está el hecho de que la conexión de todas las personas con todas las cosas en una red mundial impulsada por una productividad extrema nos acerca cada vez más a una era de bienes y servicios casi gratuitos y, con ello, a la contracción del capitalismo en el próximo medio siglo y al auge del procomún colaborativo como modelo dominante para organizar la vida económica.

Estamos tan acostumbrados a creer que el Estado y el mercado capitalista son los únicos medios para organizar la sociedad, que nos olvidamos de otro modelo de organización del que dependemos a diario para obtener toda una gama de bienes y servicios que no proceden del Estado ni del mercado. El procomún precede al mercado capitalista y al Estado representativo y es la forma institucionalizada más antigua de actividad autogestionada.

El procomún contemporáneo es el espacio donde miles de millones de personas participan en los aspectos más sociales de la vida. Está compuesto por literalmente millones de organizaciones autogestionadas, en su mayoría democráticas, que incluyen asociaciones benéficas, organizaciones de carácter religioso, asociaciones artísticas y culturales, fundaciones educativas, clubes deportivos no profesionales, cooperativas de productores y consumidores, cooperativas de crédito,

organizaciones sanitarias, asociaciones de vecinos, grupos de apoyo, y una lista interminable de instituciones formales e informales que generan el capital social de la sociedad.

El procomún tradicional gestionado democráticamente aún existe en comunidades de todos los continentes que ponen en común sus recursos —tierras, aguas, bosques, pesca, caza, pastos, etc.— y se comprometen a usarlos colectivamente. Las decisiones relacionadas con la expropiación, el cultivo, la distribución y el reciclaje de los recursos las toman democráticamente los miembros del procomún. También hay códigos de gobierno que incluyen sanciones y castigos por violar las normas y los protocolos que hacen del procomún una empresa económica basada en la autogestión. Como modelo de gobierno, el procomún representa un arquetipo primitivo de la economía circular actual y ha tenido un éxito relativo en comunidades agrícolas de subsistencia en las que la producción se orienta más al consumo que al intercambio.

El éxito del procomún es aún más impresionante dadas las circunstancias políticas que lo originaron. En la mayoría de los casos, la gestión de los bienes comunales apareció en las sociedades feudales en las que los señores depauperaban las poblaciones locales obligándolas a tributar trabajando los campos del señorío o entregando parte de su producción en forma de impuesto. La unión de la plebe en torno a una economía común acabó siendo la única manera viable de optimizar los escasos bienes que aún podían conservar. La lección que de aquí se desprende es que aquella forma democrática de gobierno basada en la autogestión y en compartir unos recursos «comunes» demostró ser un modelo económico lo bastante sólido como para permitir la supervivencia en un sistema feudal despótico que mantenía al pueblo en un régimen de esclavitud.

Los grandes movimientos de cercamiento o acotamiento de tierras que recorrieron Europa y condujeron a la caída de la sociedad feudal, al nacimiento de la economía de mercado moderna y, más adelante, al sistema capitalista, pusieron fin a los procomunes rurales pero no al espíritu de compartir que los animaba. Los campesinos aplicaron las lecciones que habían aprendido a los nuevos paisajes urbanos donde tuvieron que enfrentarse a un enemigo igualmente formidable: los dueños de las fábricas de la Revolución Industrial. Como hicieron sus antepasados vasallos, los obreros de las ciudades y una clase media incipiente pusieron en común sus recursos —ahora en forma de salarios y aptitudes técnicas— para crear nuevas formas de procomunes autogestionados. Sociedades benéficas, escuelas, hospitales, sindicatos, cooperativas e instituciones culturales de todo tipo empezaron a arraigar y a prosperar, creando las bases de lo que en el siglo XIX recibiría el nombre de sociedad civil. Estas nuevas instituciones comunitarias, que se sustentaban en su capital social y que estaban impulsadas por el espíritu democrático, desempeñaron un papel fundamental en la mejora del bienestar de los millones de personas que vivían en las ciudades.

En el siglo XX, la sociedad civil se institucionalizó en forma de organizaciones exentas de impuestos y, en parte, acabaría conformando el llamado sector no lucrativo. Hoy hablamos indistintamente de sociedad civil y de sector no lucrativo según hagamos referencia a su función puramente social o a su clasificación institucional. Con todo, entre las nuevas generaciones empieza a superarse esta distinción y prefieren hablar de «procomún social».

En el largo trayecto entre el procomún feudal y el procomún social, cada generación ha ido refinando los principios de la autogestión democrática hasta convertirla en un arte. Hoy, los

procomunes sociales están creciendo con más rapidez que la economía de mercado en muchos países del mundo. Aun así, puesto que lo que crean estos procomunes tiene un valor más social que pecuniario, los economistas no suelen prestarles atención. Pero la economía social es una fuerza formidable. Según un estudio realizado en 40 países por el Center for Civil Society Studies de la Universidad Johns Hopkins, los procomunes sin ánimo de lucro representan 2,2 billones de dólares en gastos de explotación. En 8 de los países estudiados —Estados Unidos, Canadá, Japón, Francia, Bélgica, Australia, República Checa y Nueva Zelanda— el sector no lucrativo representa una media del 5 % del PIB,[25] un porcentaje que en el caso de estos países supera el PIB de todos los servicios públicos, es igual al PIB del sector de la construcción, y es casi igual al PIB de los bancos, las aseguradoras y los servicios financieros.[26]

En el procomún social es donde se genera la buena voluntad que hace que una sociedad se aglutine y forme una entidad cultural. Los mercados y los Gobiernos son una extensión de la identidad social de las personas. Sin un reabastecimiento continuo de capital social no habría confianza suficiente para que mercados y Estados funcionaran, pero calificamos peyorativamente a los procomunes sociales de «tercer sector» como si fueran menos importantes que los mercados o los Estados.

Sin embargo, si todas las organizaciones de la sociedad civil dejaran de existir de la noche a la mañana, la sociedad no tardaría en marchitarse y morir. Sin lugares de culto, sin escuelas ni hospitales, sin grupos de apoyo ni asociaciones de defensa, sin deportes ni ocio, sin arte y sin otras instituciones

culturales, perderíamos el sentido de propósito, la identidad y los vínculos sociales que nos unen en una gran familia humana.

Si el mercado capitalista se basa en el interés personal y está impulsado por el beneficio material, el procomún social está motivado por el interés colaborativo y lo impulsa un deseo profundo de conectar y compartir con los demás. Si el primero fomenta el derecho de propiedad y la búsqueda de autonomía, el segundo promueve la innovación desinteresada, la transparencia y la creación de comunidad.

Lo que hace que el procomún sea más importante hoy que en cualquier otro momento de su larga historia es que ahora estamos creando una plataforma tecnológica avanzada a escala mundial definida por unas características que, en potencia, optimizan los valores y principios operativos que animan esta antigua institución.

El IdC es el «alma gemela» de un procomún colaborativo incipiente. Por su configuración distribuida, la nueva infraestructura facilita la colaboración y la búsqueda de sinergias y es el marco tecnológico ideal para fomentar la economía social. La lógica operativa del IdC es optimizar la producción horizontal entre iguales, el acceso universal y la inclusión, las mismas cualidades que son esenciales para generar y cultivar capital social en la sociedad civil. El propósito de la nueva plataforma tecnológica es fomentar una cultura basada en compartir, la misma que caracteriza el procomún. Estas características del IdC sacan al procomún social de las sombras y le ofrecen una plataforma de alta tecnología para convertirlo en el paradigma económico que predominará en el siglo XXI.

El IdC permite que miles de millones de personas se conecten en redes sociales entre iguales y que puedan colaborar en la creación de las muchas oportunidades y prácticas

económicas nuevas que conforman la vida en el incipiente procomún colaborativo. El IdC convierte a cada individuo en un prosumidor y transforma cada actividad en un acto de colaboración. En potencia, el IdC conecta a todos los seres humanos en una comunidad mundial, lo cual permite que el capital social aumente a una escala sin precedentes y posibilita una economía basada en el hecho de compartir. Sin la plataforma IdC, el procomún colaborativo no sería viable.

El «rastreador de palabras» Ngram Viewer de Google, un ejemplo excelente de los cambios que se están produciendo, nos indica que el adjetivo *colaborativo* no se empezó a usar hasta bien entrado el siglo XX. Ngram Viewer contiene copias digitalizadas de cinco millones de libros publicados entre 1500 y 2008 y nos permite saber cuándo empezó a usarse una palabra concreta y si su uso ha ido creciendo o decreciendo con el tiempo. En el caso de *colaborativo*, nos dice que se usó por primera vez, aunque de manera muy esporádica, en los años cuarenta y cincuenta, que su uso se incrementó a partir de finales de los años sesenta, y que ha ido en aumento con la aparición de la informática y, sobre todo, de Internet como medio para la comunicación interactiva entre iguales.[27]

El profundo impacto del procomún colaborativo en la vida económica ya se empieza a sentir. Los mercados van cediendo terreno ante las redes, la propiedad pierde importancia frente al acceso, el interés personal se amplía hasta abarcar el interés común, y el sueño de vivir en la riqueza está siendo reemplazado por el sueño de una calidad de vida sostenible.

En la nueva era que está por llegar, el capitalismo y el socialismo, que hasta ahora han dominado la sociedad, irán perdiendo poder a medida que las nuevas generaciones se identifiquen con lo que se empieza a llamar «colaboratismo».

Los jóvenes «colaboratistas» de hoy se quedan con las virtudes del capitalismo y el socialismo pero rechazan la naturaleza centralizadora del libre mercado y del Estado burocrático.

Por su naturaleza distribuida e interconectada, el Internet de las cosas refuerza la participación empresarial individual en proporción directa a la diversidad y la fuerza de las relaciones colaborativas en la economía social. Y ello sucede porque la democratización de la comunicación, la energía y la logística «empodera» personalmente a miles de millones de personas. Pero este empoderamiento solo se puede lograr mediante la participación en redes entre iguales que estén avaladas por capital social. Está llegando a la mayoría de edad una nueva generación que basa su iniciativa empresarial en una mayor integración en la sociedad. No es de extrañar que los miembros más destacados de la llamada Generación Y se consideren «empresarios sociales» porque, para ellos, la expresión «emprendedor social» es más una tautología que un oxímoron.

Ya hay centenares de millones de personas que traspasan aspectos de su vida económica de los mercados capitalistas al procomún colaborativo mundial. Los prosumidores no solo crean y comparten en el procomún colaborativo información, entretenimiento, energía verde, productos impresos en 3D o cursos por Internet —todo ello con un coste marginal cercano a cero—, sino que también comparten con un coste marginal muy bajo o casi nulo vehículos, viviendas, prendas de vestir y muchas cosas más mediante redes sociales, clubes de redistribución, cooperativas y sistemas de alquiler. Cada vez son más las personas que colaboran en redes de asistencia sanitaria «centradas en el paciente» para mejorar los diagnósticos y hallar nuevos tratamientos, también con un coste marginal casi nulo. Y en esta nueva economía, jóvenes empresarios sociales crean empresas con «conciencia

ecológica», usan el micromecenazgo para crear empresas nuevas y hasta crean monedas sociales alternativas. El resultado es que el «valor de intercambio» en el mercado está siendo reemplazado por el «valor de compartición» en el procomún colaborativo. Cuando los prosumidores comparten sus bienes y servicios en el procomún, las reglas que rigen la economía de mercado basada en el intercambio pierden importancia para la vida de la sociedad.

El debate entre economistas, empresarios y funcionarios sobre lo que parece ser una nueva forma de estancamiento económico a largo plazo que se manifiesta en todo el mundo, es un indicador de la gran transformación que se está produciendo a medida que la economía pasa del valor de intercambio en el mercado al valor de compartición en el procomún colaborativo.

Tras la Gran Recesión, el PIB mundial ha ido creciendo a un ritmo cada vez menor. Aunque los economistas señalan, entre otras causas, el elevado coste de la energía, los factores demográficos, el lento crecimiento del empleo, la deuda pública y privada, la creciente proporción de la renta mundial que va a parar a los más ricos, y la prudencia del consumidor que se traduce en no gastar, puede que haya otro factor subyacente de gran alcance que, aun siendo todavía incipiente, explique al menos en parte esta desaceleración del PIB. A medida que el coste marginal de producir bienes y servicios se va acercando a cero en un sector tras otro, los beneficios disminuyen y el PIB se reduce. Por otro lado, el hecho de que más y más bienes y servicios sean prácticamente gratuitos hace que se compre menos en el mercado, lo que también reduce el PIB. También se venden menos productos en la economía del intercambio porque en la economía del compartir cada vez hay más personas que optan por reciclar y redistribuir productos ya comprados, y esta extensión de la vida útil de los productos

también supone una reducción del PIB. También crece el número de consumidores que prefieren acceder a ciertos bienes antes que tenerlos en propiedad y deciden pagar únicamente por el tiempo que utilizan un automóvil, una bicicleta, un juguete, una herramienta o cualquier otra cosa, lo que también se traduce en una bajada del PIB. Además, a medida que la automatización, la robótica y la inteligencia artificial sustituyen a decenas de millones de trabajadores, la pérdida de poder adquisitivo de los consumidores también repercute negativamente en el PIB. Y cuanto más crece el número de prosumidores, más actividad económica pasa de la economía de intercambio en el mercado a la economía del compartir en el procomún colaborativo con la correspondiente contracción del crecimiento del PIB.

El estancamiento económico puede deberse a muchos otros factores, pero el hecho es que se está dando un cambio más profundo que puede explicar en parte esta atonía: la lenta retirada del sistema capitalista frente al auge de un procomún colaborativo donde el bienestar económico se mide más por el capital social que por el capital de mercado. La reducción constante del PIB en los próximos años será cada vez más atribuible al avance de un paradigma económico nuevo y vigoroso que mide el valor económico con unos parámetros totalmente diferentes.

Donde este cambio se observa con más claridad es en el creciente debate mundial sobre la mejor manera de juzgar el éxito económico. El uso convencional del PIB para medir la marcha de la economía en el mercado capitalista se centra exclusivamente en detallar el total de bienes y servicios producidos cada año sin ningún intento de diferenciar entre el crecimiento económico negativo y el positivo. Cualquier aumento de los gastos relacionados con la eliminación de

residuos tóxicos, las fuerzas policiales y militares, el sistema penitenciario, etc., se incluye en el PIB.

La transición en la vida económica actual del capital financiero y el intercambio de productos y servicios en el mercado al capital social y la compartición de productos y servicios en el procomún colaborativo está cambiando la forma de evaluar la marcha de la economía. La Unión Europea, Naciones Unidas, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y varios países industrializados y en vías de desarrollo han introducido medidas nuevas para determinar el progreso económico que en lugar de limitarse a la cuantía del rendimiento económico hacen más hincapié en indicadores de la «calidad de vida». Las categorías que se usan ahora para evaluar el bienestar económico general de la sociedad incluyen factores sociales como el nivel educativo de la población, la disponibilidad de servicios sanitarios, la mortalidad infantil y la esperanza de vida, la gestión responsable del medio ambiente y el desarrollo sostenible, el respeto a los derechos humanos, el nivel de participación democrática de la sociedad, los niveles de voluntariado, la cantidad de tiempo libre disponible para los ciudadanos, el porcentaje de población por debajo del umbral de la pobreza y la distribución equitativa de la riqueza. Es probable que en los próximos decenios el papel del PIB como indicador de la economía se reduzca a medida que la economía basada en el intercambio en el mercado pierda peso. Y es probable que a mediados de este siglo la calidad de vida en el procomún colaborativo sea el parámetro principal con el que medir el bienestar económico de los distintos países.

En la pugna que sostienen la economía del intercambio y la economía del compartir, el último argumento al que pueden recurrir los economistas es que si todo fuera prácticamente

gratuito no habría aliciente para innovar y crear nuevos productos y servicios porque ni inventores ni empresarios podrían cubrir sus costes iniciales. Aun así, millones de prosumidores colaboran de manera desinteresada en procomunes sociales creando tecnologías y programas informáticos, formas de ocio y entretenimiento, recursos de aprendizaje, medios de información, energías limpias, productos mediante impresión 3D, iniciativas de investigación en el campo de la sanidad e iniciativas empresariales sin fines lucrativos usando acuerdos legales basados en la libertad de acceso y sin las limitaciones derivadas de la propiedad intelectual. El resultado es un aumento espectacular de la creatividad equiparable a las grandes innovaciones que han surgido de la economía capitalista durante el siglo xx.

La democratización de la innovación y la creatividad en el incipiente procomún colaborativo está generando una clase nueva de aliciente que se basa más en el deseo de fomentar el bienestar social de la humanidad que en la expectativa de una recompensa económica. Y su éxito es innegable.

Aunque no es probable que el mercado capitalista vaya a desaparecer, dejará de definir exclusivamente el panorama económico de la civilización. Seguirá habiendo bienes y servicios con un coste marginal lo bastante elevado para que su intercambio en los mercados genere beneficios suficientes para garantizar un buen rendimiento del capital invertido. Pero en un mundo en el que más y más cosas sean prácticamente gratuitas, el capital social desempeñará un papel mucho más importante que el capital financiero y la vida económica se desarrollará cada vez más en el procomún colaborativo.

El objetivo de este libro no solo es presentar una lista larga y variada de iniciativas colaborativas, puesto que ya existen centenares de artículos y docenas de libros dedicados a este

tema. El objetivo principal del presente libro es examinar hasta qué punto este cambio en la conducta humana conllevará la obsolescencia de los valores básicos que guían nuestra vida y las instituciones creadas en la era capitalista, además de examinar los nuevos valores y las nuevas instituciones que impulsarán la nueva era colaborativa.

Hasta ahora, los muchos libros y artículos dedicados a la cultura colaborativa han dado por supuesto que aunque esta manera nueva de organizar la economía sea disruptiva, no supondrá una amenaza para los supuestos generales en los que se basan el capitalismo de mercado y su adversario, el socialismo de Estado. El sentir mayoritario, incluso entre los partidarios más fervientes del nuevo modelo, es que si bien el espíritu colaborativo extenderá la participación y la creatividad por toda la sociedad y hará que la forma de organizar la vida institucional en virtualmente cada campo sea más horizontal o lateral, acabará siendo asimilado por un mercado capitalista más humano y eficiente.

Sin duda, una ojeada rápida a la configuración actual del capitalismo mundial pone de manifiesto su gran capacidad de resistencia. Las grandes empresas de la lista Fortune 500 siguen consolidando su poder sobre los asuntos comerciales del planeta con unos ingresos que en 2011 fueron superiores a la tercera parte del PIB mundial.[28] Visto el inmenso poder y el enorme alcance del sistema capitalista se hace difícil imaginar un mundo donde el capitalismo desempeñe un papel mucho menor.

Parte de la razón de que nos cueste tanto imaginar la vida después del capitalismo se debe a que no entendemos cómo nació. Y para entender cómo hemos llegado hasta aquí, daremos un paso atrás y examinaremos los grandes cambios de

paradigma económico que se han dado en la historia y la incidencia que han tenido en la organización de la sociedad. Las grandes transformaciones económicas que se han producido a lo largo de la historia se han basado en el descubrimiento de nuevas formas de energía y nuevos medios de comunicación. La convergencia entre una forma de energía y un medio de comunicación establece una matriz nueva que reorienta la dinámica espacio-temporal y permite que más y más personas se reúnan en organizaciones sociales más interdependientes y complejas. Las plataformas tecnológicas que surgen de esta convergencia forman una infraestructura que dicta la manera de organizar y gestionar la economía. En el siglo XIX, la imprenta a vapor y el telégrafo fueron los medios de comunicación que permitieron conectar y gestionar un complejo sistema ferroviario y fabril, basado en el carbón, que conectaba áreas urbanas densamente pobladas dentro de los mercados nacionales. En el siglo XX, la telefonía y, más adelante, la radio y la televisión, se convirtieron en los medios de comunicación que permitieron conectar y gestionar una época y una sociedad de consumo geográficamente más dispersa y marcada por el petróleo, el automóvil y las comunidades residenciales suburbanas. Y en el siglo XXI, Internet se está convirtiendo en el medio de comunicación que permite gestionar unas energías renovables distribuidas y unos sistemas de logística y de transporte automatizados en un procomún mundial cada vez más interconectado.

Las plataformas tecnológicas de la primera y la segunda revoluciones industriales estaban centralizadas y sometidas a un control jerarquizado. La razón era que los combustibles fósiles solo se encontraban en lugares muy concretos y su traslado del subsuelo al consumidor final exigía una gestión centralizada y de integración vertical. A su vez, gestionar la

creciente agilización de las transacciones comerciales que las nuevas fuentes de energía hacían posible también exigía unas formas de comunicación centralizadas bajo un control jerarquizado.

El enorme coste de capital que suponía crear estas matrices de comunicación/energía centralizadas significaba que las nuevas empresas industriales y comerciales que se basaban en estas plataformas tecnológicas y dependían de ellas debían crear unas operaciones gigantescas e integradas verticalmente a lo largo de la cadena de valor. Esta era la única manera de lograr unas economías de escala suficientes para garantizar el rendimiento de la inversión. Los elevados costes iniciales de crear empresas de integración vertical en la primera y la segunda revoluciones industriales exigían unas inversiones de capital muy elevadas.

Con todo, la inversión de enormes cantidades de capital dio sus frutos. Integrar toda la cadena de valor bajo un mismo techo permitía que las empresas prescindieran de intermediarios costosos y redujeran significativamente los costes marginales y los precios de venta de sus productos y servicios. Pero lo irónico es que esta misma integración vertical hizo que en cada sector aparecieran algunos líderes que monopolizaban el mercado impidiendo que otras empresas introdujeran innovaciones tecnológicas para reducir el coste marginal y el precio de sus bienes y servicios y lograran una cuota de mercado suficiente para poder competir.

Por su arquitectura abierta y su carácter distribuido, la infraestructura del Internet de las cosas en la que se basa la Tercera Revolución Industrial permite que empresas sociales del procomún colaborativo rompan el monopolio de las grandes empresas de integración vertical que actúan en los mercados capitalistas, porque posibilita una producción colaborativa en

redes continentales y mundiales de escala horizontal con un coste marginal cercano a cero.

Para empezar, la plataforma tecnológica del IdC se sustenta en energías renovables que se pueden encontrar en cualquier lugar con suficiente frecuencia y proporción. Además, aunque las tecnologías para la generación de energía son cada vez menos costosas y en el próximo decenio serán tan baratas como los teléfonos móviles y los ordenadores de hoy, el sol que incide en los tejados, el viento que sopla entre los edificios y los residuos cotidianos transformados en biomasa harán que estas energías, una vez recuperada la inversión inicial en tecnologías de captación y generación, sean prácticamente gratuitas, algo que ya está sucediendo hoy en día con la información que generamos y compartimos en Internet. Sin embargo, para que estas energías renovables distribuidas den lugar a unas economías de escala horizontal suficientes para hacer que el coste marginal se reduzca casi a cero para todos los miembros de la sociedad, se deben organizar y compartir entre comunidades y regiones de una manera colaborativa. Puesto que el IdC es una plataforma distribuida, colaborativa y entre iguales, es el único mecanismo con agilidad suficiente para gestionar unas energías renovables que se constituyen y se organizan de una manera similar.

Aunque los costes fijos de crear una infraestructura distribuida para el IdC son considerables, son mucho menores que los necesarios para construir y mantener las plataformas tecnológicas más centralizadas de la primera y la segunda revoluciones industriales. Además de reducir los costes fijos, el Internet de las cosas también reduce el coste marginal de la comunicación, la energía y la logística en la producción y la distribución de bienes y servicios. Y al prescindir prácticamente de todos los intermediarios que incrementan los costes de

transacción en cada eslabón de la cadena de valor, las empresas pequeñas y medianas —sobre todo cooperativas y otras empresas sin ánimo de lucro— y miles de millones de prosumidores pueden compartir sus bienes y servicios en el procomún colaborativo con un coste marginal casi nulo. Esta reducción de los costes fijos y marginales rebaja drásticamente el coste inicial de crear empresas en redes distribuidas entre iguales. A su vez, esta reducción de los costes iniciales anima a más personas a crear empresas y a colaborar en el procomún generando y compartiendo información, energía y productos y servicios.

Los cambios ocasionados por el establecimiento de una infraestructura IdC y un procomún colaborativo van mucho más allá de los estrechos límites del comercio. Toda matriz de comunicación/energía va acompañada de una serie de preceptos de carácter general sobre la manera de organizar la sociedad y la vida económica que reflejan las posibilidades y el potencial de las nuevas tecnologías instrumentales. Estos preceptos se acaban consagrando en un sistema de creencias cuyo fin es dar a entender que el nuevo paradigma económico refleja el orden natural y que, en consecuencia, es la única manera legítima de organizar la vida social. No sé de ningún caso en la historia en el que la noción del orden natural que albergara una sociedad estuviera en contradicción con su forma particular de orquestar la relación con su entorno. Al crear una imagen de la naturaleza que reflejaba su manera de actuar en el mundo, la sociedad daba por sentado que su forma de organizarse se correspondía con el orden natural. Cuando este proceso inconsciente de autojustificación arraigaba con firmeza en la mentalidad social, cualquier crítica a la organización de la economía y de la sociedad se consideraba una herejía o un desatino porque contravenía las reglas que regían la naturaleza

y el cosmos. En última instancia, las cosmologías que gobernaban cada paradigma económico eran garantes más fiables de la estabilidad social y el statu quo que cualquier ejército.

Esta es la razón de que los cambios de paradigma sean disruptivos y dolorosos: ponen en entredicho los supuestos operativos que subyacen a los modelos económicos y sociales vigentes, el sistema de creencias que los acompaña y la cosmovisión que los legitima.

Para entender plenamente los enormes cambios económicos, sociales, políticos y psicológicos que probablemente se darán con la transición de un mercado capitalista a un procomún colaborativo, será conveniente situar este momento decisivo de la aventura humana en el contexto de los cambios igualmente disruptivos que acompañaron las transiciones de la economía feudal a la economía de mercado a finales de la Edad Media, y de la economía de mercado a la economía capitalista en la Edad Moderna. Entender que la aparición de una matriz nueva de comunicación/ energía dio lugar en cada caso a un nuevo paradigma económico que alteró radicalmente la cosmovisión de gran parte de la sociedad humana, nos ayudará a captar mejor los mecanismos que han guiado la evolución de la economía hasta su estado actual y nos proporcionará una perspectiva histórica para afrontar las transformaciones que hoy se dan en la economía mundial ante un nuevo cambio de paradigma que, en esta ocasión, supone pasar del mercado capitalista al procomún colaborativo.

Primera parte
LA HISTORIA NO CONTADA DEL CAPITALISMO

Capítulo 2

LOS CERCAMIENTOS EUROPEOS Y EL NACIMIENTO DE LA ECONOMÍA DE MERCADO

La mejor manera de abordar la economía de la Europa feudal es verla como un complejo comunicación/energía de subsistencia. La capacidad de trabajo de siervos, bueyes y caballos conformaba la mayor parte de la matriz de energía. Los bosques europeos producían abundante energía térmica para calentar las viviendas y alimentar una metalurgia a pequeña escala. Con la excepción del clero y de unos pocos terratenientes que regentaban las tierras señoriales, la población era analfabeta y la vida económica estaba ligada a las restricciones temporales y espaciales de la cultura oral. Con las antiguas vías romanas abandonadas y en mal estado, el comercio desapareció casi por completo entre los siglos VII y XII, lo cual conllevó que la vida económica se disgregara en miles de localidades aisladas cuya existencia primitiva se basaba casi por completo en una agricultura de subsistencia.[1] Prácticamente toda la producción económica se destinaba al consumo inmediato y los escasos excedentes se intercambiaban en mercados locales para paliar algunas carencias de la vida cotidiana en las propiedades señoriales y en las pequeñas aldeas desperdigadas por el paisaje europeo.

El procomún feudal

En Inglaterra y en otros lugares de Europa, la vida rural se organizaba en torno al procomún. Los señores feudales cedían sus tierras a campesinos bajo diversas formas de contrato. Los vasallos tenían garantizada la propiedad de las tierras de una generación a la siguiente y no podían ser desalojados de sus casas solariegas, pero los siervos no tenían tanta suerte y solo

se les garantizaba una tenencia de las tierras que rara vez superaba las tres generaciones; pasado este tiempo, el señor podía imponer otras condiciones para el arrendamiento o no renovarlo. Los siervos no tenían prácticamente ningún derecho de tenencia y ocupaban las tierras a criterio del señor.

Las condiciones de arrendamiento establecían que los campesinos entregaran al señor un porcentaje de su cosecha o que trabajaran las tierras del señor —además de las suyas— durante todo el año. Hacia el final del Medioevo, y con la introducción de una economía monetaria limitada, los arrendatarios debían pagar un arriendo o abonar impuestos al señor para que el acuerdo siguiera vigente.

La agricultura feudal presentaba una estructura comunal. Los campesinos unían sus parcelas en pastos y campos comunes que cultivaban entre todos. El procomún se convirtió en el primer ejercicio primitivo de toma de decisiones democrática de Europa. Los concejos de vecinos eran responsables de supervisar la actividad económica, incluyendo la siembra y la cosecha, la rotación de cultivos, el uso de recursos forestales e hídricos, y el número de animales que podían pacer en los pastos comunales.

La noción feudal de las relaciones de propiedad era totalmente diferente de la actual. Concebimos la propiedad como una posesión personal exclusiva que se puede conservar o se puede intercambiar en el mercado. Pero en la economía feudal todo lo terreno era creación de Dios y solo él podía disponer de ello. A su vez, la creación de Dios se concebía como una «gran cadena del ser», como una jerarquía de responsabilidades establecida con rigidez que iba desde los seres más insignificantes hasta los ángeles del cielo. En esta escala espiritual cada ser debía servir a quienes tenía por encima y por debajo de acuerdo con unas obligaciones muy

detalladas para garantizar el funcionamiento adecuado de la creación como un todo. En este marco teológico, la propiedad se concebía como una serie de tutelas o custodias bajo una administración piramidal que abarcaba desde el trono celestial hasta los campesinos que trabajaban las tierras comunales. En este sistema, la propiedad no era exclusiva de nadie y se repartía en esferas de responsabilidad de acuerdo con un código fijo de obligaciones. Por ejemplo, si el rey otorgaba tierras a un señor o a un vasallo, «sus derechos sobre esas tierras seguían vigentes salvo por el interés concreto del que se había desprendido». Según Richard Schlatter, historiador de Harvard, «no se podía decir que nadie poseyera tierras; todo el mundo, desde el rey hasta los arrendatarios, los subarrendatarios y los campesinos que las trabajaban, tenían cierto dominio sobre ellas, pero nadie las poseía por completo».[2]

La economía feudal duró más de 700 años prácticamente sin cambios. Pero hacia el siglo XVI unas fuerzas económicas nuevas empezaron a socavar el orden feudal empezando en la Inglaterra de los Tudor y extendiéndose más adelante a otros lugares de Europa. Las tierras comunales se cercaron y se transformaron en una propiedad privada que se podía permutar en el mercado, en algunos casos con licencia del rey o bajo leyes del Parlamento, y en otros casos por acuerdo entre los miembros de un procomún.[3]

El movimiento de cercamiento o acotamiento, considerado por muchos historiadores como «la revolución de los ricos contra los pobres», se extendió por Inglaterra entre el siglo XVI y principios del XIX alterando radicalmente el panorama económico y político. Millones de campesinos se vieron obligados a abandonar las tierras de sus antepasados y a

trabajar por su cuenta en régimen de asalariados en el naciente mercado medieval.[4]

La primera oleada de cercamientos de Inglaterra se debió a dos fenómenos relacionados que se combinaron para socavar el orden feudal. En las primeras etapas, el aumento de la demanda de alimentos por parte de una población urbana cada vez más numerosa provocó una espiral inflacionaria que puso en aprietos a los terratenientes que ya tenían arrendadas sus tierras por un valor anterior a la inflación. Al mismo tiempo, una industria textil incipiente encareció el precio de la lana e hizo que fuera más rentable acotar las tierras comunales para dedicarlas a la cría de ganado lanar.[5]

Centenares de miles de familias campesinas desplazadas veían con impotencia a las ovejas paciendo en los pastos que muy pocos años antes habían sembrado de avena y centeno para alimentar a sus hijos. Mientras la gente pasaba hambre, a las ovejas no les faltaba alimento para surtir de lana a las fábricas textiles que se iban extendiendo por Inglaterra y el continente europeo.

Tomás Moro captó el amargo espíritu de la época en *Utopía*, un ataque mordaz a la codicia de los terratenientes:

> Vuestras ovejas, que tan mansas eran y que solían alimentarse con tan poco, han comenzado a mostrarse ahora, según se cuenta, de tal modo voraces e indómitas que se comen a los propios hombres y devastan y arrasan las casas, los campos y las aldeas.[6]

La segunda oleada de cercamientos tuvo lugar entre 1760 y 1840,[7] cuando la Revolución Industrial empezaba a extenderse por Inglaterra y el resto de Europa. La nueva economía trajo consigo una población urbana que crecía sin parar y necesitaba más alimentos. Los altos precios hicieron que los terratenientes acotaran el resto de sus tierras poniendo fin de este modo a

una larga transición que llevó a Europa de una economía rural basada en la subsistencia a una economía agrícola moderna regida por el mercado.

Los grandes cercamientos y la nueva economía de mercado cambiaron la naturaleza de las relaciones de propiedad y de los derechos condicionales se pasó a la propiedad exclusiva. Durante siglos, las personas habían pertenecido a la tierra; ahora, la tierra pasaba a pertenecer a las personas en forma de bienes raíces que eran negociables e intercambiables en el mercado abierto. La casa solariega pasó a ser un recurso comercial que se podía utilizar como fuente de capital y de crédito en la búsqueda de beneficios comerciales. El trabajo individual también se convirtió en una forma de propiedad personal que se podía comprar y vender libremente en los mercados de un mundo nuevo que se regía más por las relaciones contractuales que por las obligaciones comunales y la posición social.

En Inglaterra, el cercamiento de las tierras no solo dio lugar a la noción moderna de las relaciones de propiedad que operan en los mercados, sino también a un sistema legal para supervisarlas. El intercambio económico era muy limitado en la economía feudal y rara vez se extendía más allá de las relaciones familiares y las comunidades de parentesco. A falta de un derecho consuetudinario y de unas leyes que lo acompañaran, la gente se resistía a vender y comprar propiedades fuera de su esfera social inmediata. En las comunidades de parentesco muy unidas, la palabra dada garantizaba la validez de los intercambios.

En general, se reconoce que el régimen de propiedad privada hace que los mercados modernos sean viables, pero también es importante tener presente que un mercado anónimo con desconocidos que intercambien bienes y servicios no sería

posible sin unas reglas de obligado cumplimiento. Un régimen de propiedad privada plenamente operativo que actúe en los mercados exige un sistema legal respaldado por un sistema policial y judicial que garantice el cumplimiento de las obligaciones contractuales de vendedores y compradores. El ordenamiento jurídico inglés, que se desarrolló en paralelo a la transición de las obligaciones de propiedad del procomún feudal a los derechos de propiedad del mercado moderno, desempeñó un papel decisivo en la sustitución del orden antiguo por el nuevo.

La mayoría de los historiadores señalan la importancia que tuvieron el mercado de la lana y el desarrollo de un régimen de propiedad privada regulado por ley en la transición de la vida feudal a la moderna economía de mercado. Pero también actuaron otras fuerzas económicas. Los antropólogos señalan que nuevas tecnologías agrícolas, como el arado de ruedas pesadas del norte de Europa, la sustitución de bueyes por caballos o las rotaciones de dos a tres campos que aumentaron la productividad agrícola en los siglos XIII y XIV, provocaron un crecimiento espectacular de la población —interrumpido temporalmente por la peste— y el auge de la vida urbana. Los estudios históricos de aquel período también destacan los avances en la metalurgia y muchas innovaciones mecánicas como la leva, el resorte, el pedal, la biela, el cigüeñal complejo y el regulador, que sustituyeron el movimiento alternativo por el movimiento rotatorio continuo.[8]

Aunque todos estos avances fueron importantes, tuvieron un papel secundario en el marco de un cambio más fundamental que dio lugar a lo que algunos historiadores han llamado revolución protoindustrial de la Edad Media.

La aparición de la economía de mercado

La unión entre la revolución de la imprenta y la energía hidráulica y eólica a finales de la Edad Media impulsó la transición de la economía feudal a la economía de mercado, cambiando el paradigma económico y la construcción social de Europa. Sin embargo, muchos historiadores y teóricos de la economía suelen pasar por alto que la economía capitalista no surgió de la economía feudal, sino de una economía de mercado protoindustrial que ya existía en gran parte de Europa (y, más adelante, de Norteamérica). Para ser justos hay que reconocer que Adam Smith y Karl Marx mencionaron la energía hidráulica y eólica en sus escritos. Smith citó aquellas innovaciones en la generación de energía como ejemplo de la división del trabajo, y Marx contrastó la intermitencia de la energía hidráulica y eólica con la constancia de la máquina de vapor, que garantizaba un ciclo de producción fiable y continuo. Como otros intelectuales de la época, Marx tampoco distinguió la economía feudal de la economía medieval que surgió de ella, como revela su errónea sentencia, «El molino de mano crea una sociedad feudal; el molino de vapor crea una sociedad capitalista industrial».[9] El hecho es que la energía eólica contribuyó de una manera fundamental a que el poder del señor feudal pasara a la ciudadanía y a la creciente burguesía de la Edad Media.

Marx también hizo referencia a la importancia de la imprenta, pero solo como medio para impulsar el renacimiento de la ciencia:

> La pólvora, la brújula y la imprenta fueron los tres grandes inventos que dieron lugar a la aparición de la sociedad burguesa. La pólvora acabó con la clase caballeresca, la brújula descubrió el mercado mundial y fundó las colonias, y la imprenta fue el instrumento del protestantismo y

> de la regeneración de la ciencia en general: la palanca con más fuerza para crear los requisitos intelectuales.[10]

Con todo, ni Smith ni Marx parecieron entender que la revolución de la imprenta y la energía hidráulica y eólica eran mutuamente indispensables y que, juntas, crearon una plataforma tecnológica de aplicación general que hizo posible un cambio de paradigma económico que transformó el panorama social y político europeo.

El molino de agua ya se conocía en la Antigüedad y se hicieron experimentos con él en Roma, pero esta tecnología nunca se desarrolló lo suficiente para que pudiera sustituir la esclavitud humana como fuente de energía. A partir de los siglos X y XI, en Europa se produjeron unos avances tecnológicos que situaron la energía hidráulica en el centro de la vida económica. A finales del siglo XI, y según el censo de la época, había más de 5.600 molinos de agua en 34 condados de Inglaterra. En la misma época, Francia contaba con 20.000 molinos de agua, o un molino por cada 250 habitantes.[11] El impacto económico de esta tecnología fue espectacular. Un molino de agua típico generaba de dos a tres caballos de fuerza y podía hacer el trabajo de diez a veinte personas. En un aumento asombroso de la capacidad energética, la energía generada por los molinos hidráulicos franceses era equivalente a la que podría generar una cuarta parte de la población adulta del reino.[12]

Aunque la mayor parte de los primeros molinos de agua fueron financiados y construidos por los terratenientes en los arroyos y ríos que atravesaban sus tierras, muchas ciudades europeas decidieron construir molinos propios para disponer de energía sin depender de los terratenientes.

En zonas donde el agua era escasa, poco constante o estaba en manos de los terratenientes, muchos pueblos y ciudades recurrieron a la energía eólica. El primer molino de viento europeo se construyó en Yorkshire, Inglaterra, en 1185.[13] Los molinos de viento se extendieron con rapidez por las llanuras de la Europa septentrional. Puesto que el viento sopla en todas partes —no solo en las tierras señoriales— y es gratuito, se podían construir molinos en cualquier lugar. Muchos núcleos de población adoptaron con entusiasmo esta nueva fuente de energía porque era muy accesible y les permitía competir en igualdad de condiciones con los señores locales. Conscientes de que el viento les ofrecía una fuente de energía más democrática, los burgueses de las ciudades llamaban al molino de viento «molino de la plebe».[14]

Mientras que los molinos de agua y de viento se usaban para moler grano, curtir, lavar, accionar los fuelles de fraguas, crear pigmentos para pintar, prensar aceitunas y muchas otras actividades económicas, el uso más importante del molino de agua se daba en la industria del abatanado. Abatanar es el primer paso para convertir lana en tejido. Cuando la lana sale del telar se debe despojar de impurezas, limpiar y apretar batiéndola en agua. Tradicionalmente, esta operación la hacían hombres que pisoteaban la lana en una especie de artesa, pero el molino de agua transformó este proceso y los pies humanos fueron reemplazados por el batán, un conjunto de mazos de madera accionados por el molino. Un batán manejado por una sola persona podía reemplazar a una cuadrilla de abatanadores.

El aumento espectacular de la productividad debido al uso del batán hizo que fuera muy rentable dejar de cultivar la tierra y dedicarla a la cría de ganado lanar para la exportación y el intercambio en los mercados. No es de extrañar que algunos

historiadores atribuyan al batán una «revolución industrial del siglo XIII».[15] Según el historiador E. M. Carus-Wilson, el batán fue una «revolución que trajo [...] oportunidades y prosperidad al conjunto del país y cambió por completo la Inglaterra medieval».[16] A este respecto, Carus-Wilson observa que la mecanización del abatanado «fue tan decisiva como la mecanización del hilado y el tejido en el siglo XVIII».[17]

En la década de 1790, en vísperas de la introducción de la máquina de vapor y de la Primera Revolución Industrial, en Europa funcionaban más de medio millón de molinos de agua con una potencia equivalente a 2.250.000 caballos de fuerza. Aunque no tan numerosos, los miles de molinos de viento de la misma época generaban aún más potencia que los molinos de agua. Un molino de viento típico podía producir más de 30 caballos de fuerza.[18]

Aunque las nuevas fuentes de energía dieron lugar a un enfrentamiento entre la aristocracia feudal y la incipiente clase burguesa de pueblos y ciudades, su abundancia y su amplia distribución acabaron favoreciendo a la segunda. Por primera vez, los menestrales y comerciantes de las ciudades empezaron a gozar de un poder igual o superior al de los señores feudales y la burguesía se halló en la posición de ventaja que necesitaba para pasar del paradigma económico feudal basado en obligaciones de propiedad a una economía de mercado fundada en los derechos de propiedad. El historiador medieval Lynn White resumía así la importancia económica de las energías hidráulica y eólica y de las innovaciones tecnológicas asociadas a ellas:

> A finales del siglo XV, Europa no solo contaba con fuentes de energía mucho más diversificadas que cualquier cultura anterior, sino que también contaba con un arsenal de medios técnicos para captar y utilizar

> esta energía infinitamente más variados y útiles que cualquier pueblo del pasado o que cualquier sociedad contemporánea del Viejo Mundo o del Nuevo. La expansión de Europa a partir de 1492 se basó en gran medida en su elevado consumo de energía y en el aumento consiguiente de su productividad, su peso económico y su poder militar.[19]

El cambio de una economía de subsistencia a una economía de mercado y de una producción para el consumo a una producción para el intercambio marcó un hito en la aventura humana, pero no habría sido posible sin una revolución paralela de la comunicación que permitiera gestionar el flujo creciente de actividad económica generada por las nuevas fuentes de energía. Esta revolución adoptó la forma de la imprenta, inventada por el alemán Johannes Gutenberg en 1436.

Los efectos de la imprenta en la vida cotidiana fueron inmediatos y con consecuencias tan importantes como las que tiene Internet hoy en día. El volumen del material impreso que se llegó a distribuir fue espectacular.

> En su quincuagésimo aniversario, un hombre nacido en 1453, el año de la caída de Constantinopla, podía dirigir la mirada hacia atrás y contemplar toda una vida en la que se habían impreso cerca de ocho millones de libros, quizá más que los producidos por todos los amanuenses y escribas de Europa desde que Constantino fundó su capital en el año 330.[20]

Hoy raramente pensamos en la imprenta. Está tan presente en nuestra vida diaria que no nos paramos a considerar lo mucho que ha influido en la organización de nuestra mente el hecho de haber crecido con la palabra impresa. Mientras que la escritura medieval era muy personal y variaba con la aportación subjetiva de cada amanuense, la imprenta eliminó este elemento subjetivo y lo sustituyó por un enfoque al conocimiento más racional, calculador y analítico. Además, a

diferencia de la comunicación oral que depende de la memoria y, en consecuencia, de respuestas formularias, la impresión permitió conservar recuerdos y sistematizar la recuperación de información mediante índices, notas a pie de página y bibliografías, y contribuyó a la expansión del vocabulario y al desarrollo de un lenguaje mucho más matizado que se podía adaptar a experiencias o momentos concretos.

La imprenta tuvo un impacto muy profundo en la forma de hacer negocios: introdujo gráficas, listas y tablas que ofrecían una descripción del mundo más objetiva y precisa que cualquier valoración personal. También contribuyó a la expansión del comercio por tierra y por mar al abaratar la reproducción de los mapas y popularizar su uso.

La imprenta también facilitó los contratos comerciales, un elemento clave para extender el alcance del intercambio comercial. Olvidamos que en la economía feudal, en la que la interacción económica se basaba en la palabra dada, la actividad económica se limitaba a distancias cortas. En una cultura oral, la «palabra» de las personas bastaba para acordar operaciones económicas. Incluso hoy, en contabilidad se emplea la palabra *auditoría* para describir los exámenes financieros, una palabra que se remonta a los días de la economía feudal, antes de la imprenta, cuando los auditores proclamaban a viva voz la información financiera de una transacción para verificar su autenticidad. La imprenta abrió el camino a la contabilidad moderna. Se podían enviar a grandes distancias conocimientos de embarque, listas de precios, facturas, cheques y pagarés normalizados que se podían archivar, haciendo que la gestión fuera más versátil y se adaptara a la rapidez y el alcance de la vida comercial facilitada por las nuevas fuentes de energía basadas en el agua y el viento. Con la imprenta, la «confianza»

comercial se sellaba en registros escritos que incluían las firmas personales de los interesados.

La convergencia entre la imprenta y aquellas energías renovables tuvo el efecto de democratizar la alfabetización y la energía, algo que supuso un reto mayúsculo para la organización jerárquica de la vida feudal. Las sinergias creadas por la revolución de la imprenta y la energía hidráulica y eólica, junto con las mejoras constantes en el transporte terrestre y fluvial, aceleraron los intercambios y redujeron los costes de transacción haciendo que el comercio abarcara mercados regionales más extensos.

La nueva matriz de comunicación/energía no solo acortó distancias y redujo tiempos uniendo a personas diferentes en actividades económicas conjuntas después de muchos siglos de aislamiento, sino que, con ello, también fomentó una nueva apertura a los demás y marcó el inicio de una mentalidad más cosmopolita. El localismo y la xenofobia que durante siglos había anquilosado la vida empezaron a desvanecerse y un nuevo sentido de posibilidad se apoderó de la imaginación humana. Este es el período que los historiadores llaman Renacimiento nórdico, un período marcado por un despertar de las artes, la literatura, la experimentación científica y la exploración de nuevos mundos.

A finales de la Edad Media, Europa contaba con más de mil ciudades que bullían de actividad económica. Además de ofrecer graneros, hospedaje y comercios, los centros urbanos se convirtieron en lugares de reunión para menestrales de toda clase. Las nuevas jurisdicciones urbanas se solían llamar ciudades libres porque se consideraban independientes de los señores locales. Por ejemplo, era habitual que si un siervo huía de su procomún feudal y se refugiaba en un pueblo cercano durante un año y un día, pasara a ser libre por haber

abandonado una jurisdicción y haber fijado su residencia en otra.[21]

En las nuevas ciudades, los menestrales de cada oficio se organizaron en gremios —orfebres, tejedores y tintoreros, armeros, vidrieros, amanuenses, sombrereros, tapiceros, canteros, sastres— para establecer unas normas de calidad y fijar precios para sus productos, y para determinar los niveles de producción. Con todo, los gremios no definían un mercado plenamente funcional. En lugar de cobrar un precio de mercado por sus productos, cobraban lo que ellos llamaban «precio justo» porque preferían vivir al modo tradicional antes que obtener beneficios. Los gremios evitaban el mercado libre de trabajo y los precios competitivos —las características esenciales de una economía de mercado— y daban mucho valor al mantenimiento del statu quo.[22]

La desintegración del procomún feudal y la repentina disponibilidad de mano de obra barata, combinadas con la capacidad productiva resultante de la convergencia entre la imprenta y la energía hidráulica y eólica, bastaron para que el sistema gremial fuera perdiendo peso en el siglo XVII. Los comerciantes empezaron a prescindir de los gremios dando trabajo a la mano de obra más barata de las zonas rurales —el llamado sistema de contratación a destajo— socavando cada vez más el control que los gremios habían ejercido en la vida comercial. El sistema «destajista» preparó el terreno para una economía de mercado totalmente operativa.[23]

Mientras los comerciantes pugnaban con los gremios, una nueva fuerza de empresarios dedicados a la fabricación a pequeña escala, muchos de los cuales generaban y utilizaban energía hidráulica y eólica en sus minifábricas, luchaban contra

los gremios por el otro flanco en un intento de abrir nuevos mercados interiores para sus productos más baratos.

Los nuevos fabricantes hicieron causa común con los comerciantes impulsando la liberalización de los mercados nacionales y el libre comercio interior, la eliminación de restricciones a la movilidad laboral, el amparo legal de los contratos comerciales y la mejora del transporte para ampliar los mercados. Sin embargo, siguieron unos caminos diferentes en relación con las exportaciones y el comercio exterior. Los comerciantes se alinearon con las monarquías apoyando unas políticas coloniales que favorecieran más el comercio exterior que el interior. Su objetivo era regular con firmeza la producción interior para conseguir productos de calidad a precios baratos y venderlos en el extranjero a unos precios exagerados que cobraban en metales preciosos. Por su parte, las colonias de ultramar no podían fabricar productos acabados: solo podían producir materias primas baratas para exportarlas a la metrópoli y se veían obligadas a comprar los productos acabados a la metrópoli a unos precios muy elevados.

Aquellas políticas tan mercantilistas favorecían a los exportadores pero perjudicaban a los fabricantes de la metrópoli y de las colonias. Además, la estrategia de limitar el volumen de producción de los productos destinados al mercado interior para mantener los precios de exportación artificialmente elevados no solo iba en perjuicio de los fabricantes de la metrópoli, sino también de la naciente clase media y de los obreros urbanos pobres que tenían que pagar precios más elevados por los productos del país.

La oposición a estas políticas mercantilistas en Europa y en las colonias siguió creciendo hasta desembocar en la ruptura de las trece colonias norteamericanas con Inglaterra en 1776 y en la Revolución francesa que inició el derrocamiento de la

monarquía francesa en 1789. Estos dos momentos tan decisivos de la historia política se debieron tanto a la lucha por garantizar la propiedad privada a través del libre comercio en mercados abiertos, como a conseguir la libertad política y la representación democrática. Cualquier duda al respecto quedó despejada cuando los primeros Estados-nación modernos se plantearon quiénes debían tener derecho a voto. Estados Unidos, Reino Unido, Francia y la mayoría de los Estados-nación de los siglos XVIII y XIX creyeron que la principal misión del Estado era proteger la propiedad privada y la economía de mercado. Teniendo presente este fin, solo otorgaron el derecho a voto a los propietarios acaudalados, alineando los nuevos Estados-nación con una economía de mercado basada en el libre intercambio de propiedad privada.

Capítulo 3

EL CORTEJO ENTRE EL CAPITALISMO Y LA INTEGRACIÓN VERTICAL

No es rara la suposición de que el libre intercambio de propiedades en los mercados y el capitalismo son lo mismo. Y no es así. El capitalismo actúa a través del libre mercado, pero los mercados libres no precisan del capitalismo.

El nacimiento del capitalismo

La revolución industrial *light* de finales del Medioevo dio lugar al libre mercado, pero el capitalismo, tal como lo concebimos hoy, no apareció hasta finales del siglo XVIII con la introducción de la máquina de vapor. Los primeros fabricantes tenían empresas familiares pequeñas en las que solían trabajar parientes y algunos trabajadores itinerantes. Esos empresarios operaban en mercados, pero el capitalismo aún no había entrado en escena. El capitalismo empezó en el ramo textil. Recordemos a los comerciantes del capítulo 2 que querían prescindir de los gremios y empezaron a contratar mano de obra barata procedente de las zonas rurales para que trabajara a destajo (una forma antigua de subcontrata). Los menestrales agremiados de los centros urbanos contaban con recursos económicos suficientes para poseer sus propios telares, pero la mano de obra rural carecía de recursos para comprarlos y se los facilitaban los comerciantes en régimen de alquiler. Sin embargo, el alquiler era tan elevado que los trabajadores apenas ganaban lo suficiente para pagarlo y les quedaba poco para sobrevivir.[1] Esta transferencia de la propiedad de las herramientas de los trabajadores a los comerciantes marcó una pauta que cambiaría el curso de la historia económica.

A finales del siglo XVI una nueva generación de pequeños fabricantes empezaron a reunir obreros bajo un mismo techo

para aprovechar las economías de escala derivadas de incluir molinos de agua y de viento en los procesos de producción. Pero aquellos fabricantes también poseían la maquinaria que usaban los obreros, y el resultado fue que los menestrales, que antes eran dueños de sus herramientas, fueron despojados de ellas y pasaron a trabajar como asalariados para una nueva clase de señor: el capitalista.

La industria textil cayó en manos de los capitalistas y pronto la siguieron otros sectores. Según el historiador Maurice Dobb:

> La subordinación de la producción al capital y la aparición de esta relación de clase entre capitalista y productor se deben considerar el hito fundamental en la transición del sistema antiguo de producción al nuevo.[2]

La concentración de la propiedad de los medios de producción en los capitalistas y el sometimiento del trabajo al capital acabarían definiendo la lucha de clases a finales del siglo XVIII. Adam Smith entendió a la perfección la contradicción que marcaría el capitalismo hasta el fin de su hegemonía. Smith vio una correlación entre el cercamiento o acotamiento de las tierras y el «acotamiento» de los útiles de los menestrales. En los dos casos, millones de personas perdieron el control sobre sus medios de supervivencia económica. En el primer caso, los siervos y los campesinos fueron expulsados de sus tierras y, en el segundo, los menestrales fueron despojados de los útiles de su oficio. Por su nueva condición se les llamaba, eufemísticamente, «trabajadores libres», pero aquella libertad había tenido un precio, algo que Smith entendió muy bien:

> En el estado primitivo y rudo de la sociedad, que precede a la acumulación de capital y a la apropiación de la tierra [...] el producto

íntegro del trabajo pertenece al trabajador [...] [Mas] tan pronto como el capital se acumula en poder de personas determinadas, algunas de ellas procuran regularmente emplearlo en dar trabajo a gentes laboriosas, suministrándoles materiales y alimentos, para sacar un provecho de la venta de su producto o del valor que el trabajo incorpora a los materiales.[3]

Por si aquello no pareciera justo, Smith añadió:

> Es necesario que se dé algo por razón de las ganancias que corresponden al empresario, el cual compromete su capital en esa contingencia. En nuestro ejemplo, el valor que el trabajador añade a los materiales se resuelve en dos partes: una de ellas paga el salario de los obreros, y la otra las ganancias del empresario, sobre el fondo entero de materiales y salarios que adelanta.[4]

La conversión de las tierras de bienes comunes a bienes raíces siguió una lógica similar. Smith suponía que «desde el momento en que las tierras de un país se convierten en propiedad privada de los terratenientes, estos, como los demás hombres, desean cosechar donde nunca sembraron, y exigen una renta hasta por el producto natural del suelo».[5]

Luego, Smith resumió la lógica operativa que guía todo el sistema capitalista con esta sucinta observación:

> Todo lo que es anualmente recolectado o producido por el trabajo de cada sociedad, o lo que viene a ser lo mismo, el valor total de todo ello, es de esta manera originalmente distribuido entre sus diferentes miembros. Salarios, beneficios y renta son las tres fuentes originarias de todo ingreso a la par que de todo valor de cambio. Todos los demás ingresos se resuelven de algún modo en uno u otro de estos tres.[6]

La mayoría de los economistas clásicos y neoclásicos creen que los beneficios son la recompensa justa para los capitalistas que arriesgan su capital. Pero los economistas socialistas podrían coincidir con el joven Karl Marx cuando argumentaba

que la parte de la contribución del trabajador que se sustrae de su salario y se mantiene como beneficio —la plusvalía— es una apropiación injusta y que sería más equitativo socializar la producción y dejar que los obreros disfruten de todo el beneficio de su trabajo.

El capitalismo no desempeñó un papel importante en la revolución protoindustrial del Medioevo. Como se afirmaba antes, algunos de los pequeños fabricantes que surgieron hacia el final de este período empezaron a organizar la producción bajo un solo techo con el fin de reducir la inversión en energía hidráulica y eólica, pero en la mayoría de los casos estos precursores de la empresa plenamente capitalista aún eran muy pequeños y solían financiarse con fondos familiares.

Lo que hoy llamamos capitalismo nació con la transición a una nueva matriz de comunicación/energía durante la última década del siglo XVIII y las primeras décadas del XIX.

Una infraestructura basada en el carbón y el vapor

En 1769, James Watt inventó y patentó la moderna máquina de vapor alimentada con carbón.[7] El incremento de la productividad fue espectacular. Entre 1787 y 1840, la producción de algodón en el Reino Unido «pasó de 22 a 366 millones de libras» y los costes de producción cayeron en picado. Hacia 1850, la máquina de vapor alimentada con carbón se había extendido por toda Europa y Norteamérica. Aun así, en una fecha tan tardía como 1848 —el año de las grandes revoluciones europeas— la energía hidráulica que se usaba en Francia «equivalía a dos veces y media la cantidad de energía generada por las máquinas de vapor». Las fábricas francesas siguieron usando más la energía hidráulica que la tecnología de vapor. Por ejemplo, 672 de las 784 empresas del sector

siderúrgico francés de la época seguían usando energía hidráulica.[8]

Esta proporción cambió con rapidez en la segunda mitad del siglo XIX. La energía basada en el vapor pasó de 4 millones de caballos de fuerza en 1850 a cerca de 18,5 millones en 1870.[9]

La energía basada en el vapor se implantó con más rapidez en países con grandes reservas de carbón. Inglaterra fue el primer país europeo en pasar del agua y el viento al carbón, y pronto la siguió Alemania. Los Estados Unidos, con sus abundantes depósitos de carbón, se pusieron muy pronto a la altura de los países europeos. Cuando estalló la Primera Guerra Mundial, estos tres países ya dominaban la Primera Revolución Industrial.

La tecnología del vapor generado con carbón marcó el inicio de una nueva matriz de comunicación/energía —la imprenta a vapor y la locomotora a vapor— que proporcionó una megaplataforma tecnológica de uso general para la Primera Revolución Industrial.

La locomotora a vapor alimentada con carbón transformó la naturaleza del comercio contrayendo el espacio y acortando el tiempo de las transacciones. En la década de 1830, los trenes viajaban a cerca de 100 kilómetros por hora. Desde el siglo XXI es difícil tomar plena conciencia del impacto que tuvo una máquina capaz de transportar pasajeros y carga a esa velocidad.

En 1845, los ferrocarriles británicos transportaban 48 millones de pasajeros al año.[10] Solo en la década de 1850, en los Estados Unidos se tendieron más de 34.000 kilómetros de vía que conectaban gran parte del país al este del río Misisipi.[11] Para hacernos una idea de hasta qué punto el tren comprimió el sentido del tiempo y el espacio basta recordar que, en 1847,

una diligencia tardaba tres o más semanas en viajar de Nueva York a Chicago. En 1857, el mismo viaje en ferrocarril se hacía en 72 horas.[12]

Además de la velocidad, la locomotora de vapor ofrecía una forma fiable de transporte que, a diferencia de las vías terrestres y fluviales, no se veía afectada por las condiciones meteorológicas. Las locomotoras podían circular todo el año con prácticamente cualquier clase de tiempo. Podían hacer varios viajes de ida y vuelta en el tiempo que tardaba una barcaza en hacer un solo trayecto y podían llevar el triple de carga al mismo precio. La combinación de velocidad y fiabilidad dio lugar a una enorme expansión del comercio por todo el continente con unos costes reducidos.

La construcción del ferrocarril en la Norteamérica de la primera mitad del siglo XIX fue muy irregular. El *boom* del ferrocarril se produjo a finales de la década de 1840. En los Estados Unidos de 1859, la inversión total de capital en compañías ferroviarias privadas superó los mil millones de dólares, una cantidad inaudita para la época. Con estos fondos se construyeron 30 grandes líneas.[13] Esta inversión de capital creció a ritmo acelerado hasta la depresión de la década de 1870. Para entonces, ya se habían tendido 113.000 kilómetros de vías que conectaban gran parte de los Estados Unidos. En 1900, las locomotoras recorrían 320.000 kilómetros de vías conectando ciudades grandes, pueblos pequeños e incluso aldeas a lo largo y ancho del país.[14]

Financiar esta infraestructura de transporte exigía una clase de modelo comercial totalmente nueva: el nacimiento de la moderna sociedad de capital. Aunque estas sociedades no eran una novedad, existían muy pocas y, en general, se limitaban a expediciones comerciales a corto plazo. Las compañías

británica y neerlandesa de las Indias Orientales eran entidades de capital patrocinadas por sus respectivos Estados.[15] La venta de acciones de ferrocarriles convirtió la pequeña bolsa provincial de Nueva York en un centro neurálgico de las finanzas. Pocos estadounidenses lo saben, pero gran parte de las acciones de los ferrocarriles estadounidenses fueron compradas por inversores ingleses y, en menor medida, por inversores franceses y alemanes.

En realidad, el ferrocarril dio lugar a las primeras sociedades capitalistas modernas, un modelo nuevo de empresa que separaba la propiedad de la gestión y el control. A partir de aquel momento, las grandes empresas estarían dirigidas por gestores profesionales asalariados cuya principal responsabilidad sería obtener beneficios para sus accionistas. El capitalismo es una forma peculiar de empresa en la que se despoja al trabajador de la propiedad de las herramientas que usa para crear los productos, y se despoja a los inversores que poseen la empresa de la capacidad de controlarla y gestionarla.

El elevado coste de capital que suponía la creación de una infraestructura ferroviaria hizo necesario un modelo de empresa que se pudiera organizar en torno a una integración vertical que uniera a proveedores y clientes. Las grandes empresas ferroviarias adquirieron propiedades mineras para garantizar el suministro de carbón a sus locomotoras. La Pennsylvania Railroad llegó a financiar a la Pennsylvania Steelworks Company para asegurarse un suministro estable de acero para sus rieles. Y la Canadian Pacific Railroad construía y gestionaba hoteles cerca de sus estaciones de tren para hospedar a los pasajeros.[16]

Por otro lado, la gestión de estas grandes empresas de integración vertical era mucho más eficaz si se basaba en un

sistema centralizado y jerárquico. Las primeras empresas que entendieron los requisitos operativos de la nueva matriz de comunicación/energía fueron las compañías ferroviarias. Tender y mantener miles de kilómetros de raíles, controlar el tráfico de trenes en extensas regiones del país, fabricar y reparar miles de piezas, coordinar el embarque y la entrega de carga, garantizar los horarios y la puntualidad, y supervisar el trabajo de miles de empleados, era una tarea crucial. Además, un fallo o una avería en cualquier parte del sistema podía —y, con frecuencia, lo hacía— tener un efecto dominó y hacer peligrar toda la operación.

Dirigir empresas tan gigantescas hacía necesario racionalizar adecuadamente cada aspecto de sus operaciones comerciales. Max Weber, el gran sociólogo del siglo XIX, ofreció una buena descripción de lo que supone la racionalización de una empresa. Para empezar, la sociedad de capital moderna se organiza en una estructura piramidal en la que todas las decisiones fluyen desde la cúspide hacia abajo. Las reglas formales y los métodos que dictan el flujo de actividad, la definición de tareas, la forma de realizar los trabajos y la evaluación de la ejecución en cada etapa de las operaciones y en cada nivel de participación están planificados meticulosamente, con muy poco espacio para la improvisación. Las tareas se descomponen en función de la división del trabajo y cada trabajador recibe instrucciones precisas sobre la manera de llevar a cabo su tarea. Los ascensos dentro de la empresa se basan en el mérito y en criterios objetivos cuantificables.

Alfred Chandler, historiador de la empresa, describió el proceso de racionalización de la estructura directiva de las compañías ferroviarias. Observó que estas compañías

> fueron las primeras en necesitar un gran número de directivos asalariados; las primeras en tener una sede central gestionada por mandos

> intermedios y dirigida por altos directivos que respondían ante una junta directiva. En los Estados Unidos, fueron las primeras empresas que crearon una gran estructura organizativa interna que definía con todo detalle las líneas de responsabilidad, autoridad y comunicación entre la sede central, los distintos departamentos y las unidades sobre el terreno; y fueron las primeras en desarrollar flujos financieros y estadísticos para controlar y evaluar el trabajo de muchos directivos.[17]

Weber y otros pensadores daban por sentado que un capitalismo maduro exigiría empresas de integración vertical para crear economías de escala y burocracias corporativas muy racionalizadas, con una gestión centralizada y unos mecanismos de mando jerárquicos.[18] Para Weber, la empresa capitalista ideal era una organización burocrática que racionalizara cada aspecto de la vida comercial bajo un único techo. La reunión de capital de inversión mediante la venta de acciones, la movilización de trabajadores, el establecimiento de procesos de producción en serie y los intercambios competitivos en el mercado, respaldado todo ello por códigos legales formulistas, se pueden someter a cuantificación y a una gestión burocrática racional diseñada para facilitar la centralización de la toma de decisiones en una estructura de mando jerárquica. Weber tenía razón, pero no dijo que los mismos mecanismos de mando centralizados y jerárquicos también eran necesarios en un sistema económico socialista.

Gestionar la aceleración y la expansión del comercio en los mercados interiores habría sido imposible sin una revolución de las comunicaciones paralela a la revolución de la energía. En 1814, la imprenta a vapor de Friedrich Koenig empezó a imprimir las páginas del periódico *The Times* de Londres a toda velocidad: 1.000 ejemplares del periódico por hora en comparación con los 250 de las antiguas imprentas manuales.[19]

En 1832, el rendimiento de las imprentas ya era más del doble.[20]

Las imprentas de vapor, rápidas y baratas, impulsaron la alfabetización generalizada en Europa y Norteamérica. Se crearon sistemas de escolarización pública y se instituyó la enseñanza obligatoria en las ciudades industrializadas para que la futura mano de obra pudiera tener la capacidad de comunicación necesaria para ocuparse de las operaciones comerciales más complejas propias de la Primera Revolución Industrial.

En los decenios siguientes, una serie de avances en la impresión a vapor, incluyendo las máquinas para fabricar papel, la estereotipia y las rotativas, redujeron mucho los costes de personal al tiempo que aumentaron la producción, haciendo que la revolución de la imprenta de vapor avanzara al mismo ritmo que aumentaba la productividad del transporte ferroviario alimentado con carbón.

Cuando los servicios postales nacionales pasaron de la diligencia al tren, la combinación de una impresión y un transporte rápidos y baratos agilizó las transacciones comerciales. Cualquier impreso que se debiera cursar con urgencia, como contratos, facturas, pedidos, periódicos, anuncios, manuales de instrucciones, libros, catálogos, etc., se podía enviar por ferrocarril, que conectaba a las empresas con sus proveedores y compradores en horas o días en lugar de semanas o incluso meses, agilizando mucho el ritmo del comercio.

La nueva revolución de las comunicaciones basada en la imprenta no resultó barata. Como había sucedido con el ferrocarril, los costes de inversión necesarios para poner la imprenta de vapor en el mercado fueron considerables. Las

primeras imprentas eran complejas y cada unidad podía costar hasta 500 libras esterlinas de la época (equivalentes a unos 26.500 dólares de hoy).[21] El coste de la impresión a vapor siguió aumentando con la aparición de imprentas nuevas y más caras. En 1846, la rotativa de dos cilindros de Hoe imprimía 12.000 hojas por hora, y en 1865 la rotativa con bobina de papel imprimía 12.000 periódicos completos en el mismo tiempo. El coste inicial de financiar un periódico también aumentó de una manera espectacular y llegó hasta los 100.000 dólares de la época, equivalentes a 2,38 millones de dólares de 2005.[22]

Tras el gran incendio que arrasó Chicago en 1871, en la ciudad se establecieron varios gigantes de la industria gráfica. Entre los líderes del sector destacaban R. R. Donnelley&Sons, Rand McNally y M. A. Donohue and Company. Sus talleres gráficos supieron aprovechar las economías de escala encargándose de gran parte de la impresión para todo el país desde un solo lugar. Los talleres estaban rodeados de empresas dedicadas a la fundición de tipos y a la fabricación de imprentas, creando un complejo industrial integrado cerca de la estación central de Chicago —el centro de conexiones ferroviarias de los Estados Unidos— que garantizaba la rapidez en el envío postal de libros, revistas y catálogos a todo el país.[23]

El coste de construir y dirigir aquellas instalaciones enormes no estaba al alcance de la mayoría de los negocios familiares. R. R. Donnelley se dio cuenta enseguida de que para alcanzar una posición de dominio en esta industria necesitaba recaudar grandes sumas de capital financiero y sacó su empresa a bolsa en 1890.[24]

Hacia 1900, aquellas empresas gráficas tan centralizadas imprimían millones de catálogos para empresas de venta por correo como Montgomery Ward y Roebuck and Company. En el catálogo de 540 páginas de Montgomery Ward se ofrecían más de 24.000 artículos que incluían comestibles, fármacos, joyería, bolsos, zapatos, ropa para hombres, estufas, mobiliario, cochecitos de bebé, artículos deportivos e instrumentos musicales. Sears incluso vendía por correo casas prefabricadas cuyos componentes se enviaban por tren y se montaban en destino.[25] Aún se pueden ver casas de una planta de Sears en los alrededores de la ciudad de Washington, donde vivimos mi mujer y yo.

Millones de estadounidenses de pueblos pequeños y zonas rurales compraban prácticamente todos los enseres para su hogar o su negocio y todas sus prendas de vestir mediante los catálogos impresos por las grandes empresas gráficas de Chicago. Los artículos se enviaban por ferrocarril y el servicio postal los entregaba directamente a domicilio. Los ingresos de Sears por las ventas por correo ascendieron en 1905 a la friolera de 2.868.000 de la época, equivalentes a 75.473.680 dólares de 2013.[26]

La convergencia de la imprenta a vapor y el transporte por ferrocarril creó la infraestructura para la Primera Revolución Industrial. El elemento de esta infraestructura correspondiente a las comunicaciones se vio potenciado en la década de 1860 por el tendido de una red de telégrafo por todo el país que permitía a las empresas comunicarse al instante con sus cadenas de suministro y sus canales de distribución.

La combinación de la imprenta a vapor, el telégrafo y el ferrocarril hizo que la velocidad y la fiabilidad con que los recursos económicos se podían reunir, transportar, procesar,

transformar en productos y distribuir al cliente aumentaran de una manera drástica. Según Chandler, «la energía barata, la comunicación y el transporte rápido y fiable» fueron los factores fundamentales de la rápida extensión de las fábricas centralizadas en las décadas de 1840 y 1850.[27]

El volumen y la rapidez de la actividad económica que hizo posible la nueva matriz de comunicación/energía exigieron un replanteamiento a fondo del modelo comercial de las restantes industrias. Antes, la producción y la distribución de productos eran actividades separadas. Para hacer llegar sus productos al mercado, los fabricantes recurrían a mayoristas, distribuidores y minoristas independientes y dispersos por todo el país. Aquellos canales de distribución anticuados resultaron ser demasiado lentos, poco fiables y demasiado locales para afrontar la avalancha de productos fabricados en serie que salían de las primeras fábricas que contaban con máquinas automatizadas de proceso continuo. Además, muchos productos nuevos como la máquina de coser Singer o la cosechadora McCormick exigían personal formado que pudiera hacer demostraciones a los clientes. Un número cada vez mayor de estos productos fabricados en serie también exigían un servicio postventa especializado que mantuviera un contacto continuo con la clientela. El sistema de distribución tradicional era incapaz de adaptarse a las nuevas prácticas comerciales.

La solución fue unir la producción y la distribución en la misma empresa con una gestión centralizada. La empresa de integración vertical despegó en el último cuarto del siglo XIX y se convirtió en el modelo empresarial predominante durante todo el siglo XX.

El gran valor de las empresas de integración vertical fue que, al eliminar muchos intermediarios de la cadena de valor,

podían reducir mucho los costes de transacción y, al mismo tiempo, aumentar drásticamente la productividad. Dicho en otras palabras, las empresas de integración vertical introdujeron nuevas eficiencias cuyas economías de escala reducían los costes marginales y les permitían vender volúmenes cada vez mayores de productos baratos fabricados en serie a un público deseoso de comprarlos. Estos productos más baratos estimulaban una gran demanda que, a su vez, generaba muchas oportunidades comerciales nuevas y nuevos puestos de trabajo, mejorando el nivel de vida de millones de personas en las economías industrializadas.

Este nuevo modelo comercial se extendió con rapidez cuando las empresas vieron las grandes ventajas de reunir la producción y la distribución bajo un mismo techo y de extender sus operaciones comerciales por todo un continente. Diamond Match Company, W. Duke and Sons Tobacco, Pillsbury, H. J. Heinz, Procter & Gamble, Eastman Kodak e I. M. Singer and Company, estaban entre los centenares de empresas que adoptaron el modelo de integración vertical para lograr economías de escala eficientes.

Prácticamente todos los empresarios que prosperaron durante la fase de despegue de la Primera Revolución Industrial en la segunda mitad del siglo XIX, en gran parte tuvieron éxito porque pudieron reunir suficiente capital financiero constituyéndose en sociedades y saliendo a bolsa. El capital les permitió aprovechar oportunidades de mercado de escala vertical y convertirse en los portaestandartes de sus industrias respectivas.

La Segunda Revolución Industrial

En los últimos dos decenios del siglo XIX, cuando la Primera Revolución Industrial llegaba a su apogeo, empezó a nacer una

Segunda Revolución Industrial en Norteamérica y en Europa. El descubrimiento del petróleo, la invención del motor de combustión interna y la introducción del teléfono dieron lugar a un nuevo complejo de energía/comunicaciones que dominaría el siglo XX.

Lo más importante que se debe tener presente al hablar del petróleo es que exige más capital financiero que ningún otro recurso de la economía mundial. Además, recuperar la inversión en los muchos pasos necesarios para hacer llegar el petróleo y sus derivados a los consumidores solo se puede lograr uniendo todo el proceso —descubrimiento, perforación, transporte, refinado y comercialización— en empresas de integración vertical con una gestión muy centralizada.

Hoy en día, descubrir y explotar nuevos yacimientos petrolíferos consume mucho tiempo y dinero y, en la mayoría de los casos, no es rentable. El «índice de activación», que mide la inversión total necesaria para acceder a nuevos yacimientos, basta para que los menos decididos abandonen. No es raro que las grandes empresas energéticas inviertan varios miles de millones de dólares en nuevos proyectos de explotación petrolífera. Cuando Irak decidió triplicar su producción de petróleo en la primera década del siglo XXI, se calculó que el coste de financiar la inversión rondaba los 30.000 millones de dólares.[28] El coste total de la inversión mundial en la prospección y la producción de petróleo y gas natural fue de casi 2,4 billones de dólares entre 2000 y 2011.[29]

La prospección de yacimientos petrolíferos requiere unos análisis muy sofisticados de datos obtenidos por satélite además de conocimientos de geología, geofísica y geoquímica. Se necesitan ordenadores y programas muy avanzados para recopilar e interpretar los datos sísmicos obtenidos por

reflexión tridimensional y crear imágenes tridimensionales del interior de la corteza terrestre. Perforar pozos de seis kilómetros o más de profundidad exige equipos de tecnología avanzada complejos y muy caros. La construcción de grandes plataformas petrolíferas sobre el fondo oceánico es una hazaña de la ingeniería. El tendido de oleoductos, en muchos casos a lo largo de miles de kilómetros de terreno difícil o inaccesible, es un reto de calibre similar.

El proceso de refinado también es difícil. El geólogo Robert Anderson describe la compleja serie de operaciones necesarias que se resumen en descomponer el complejo de hidrocarburos del crudo y crear a partir de ellos una serie de productos que van de la gasolina al poliuretano. Puesto que las propiedades del crudo varían mucho de un yacimiento a otro, hace falta construir refinerías especializadas para cada clase de petróleo.

La comercialización del petróleo no es menos compleja. Las ventas de sus derivados varían mucho según la estación del año. Los precios de la gasolina suben en verano y el gasóleo para calefacción es más caro en invierno. Así pues, para determinar las necesidades futuras de petróleo —al menos a seis meses vista— y garantizar que los crudos correctos lleguen a las refinerías adecuadas para cubrirlas, las petroleras deben basarse en previsiones meteorológicas y en proyecciones y escenarios de crecimiento económico, e incluso deben tener en cuenta posibles cambios políticos que puedan dar lugar a problemas u oportunidades.

Anderson explica que el proceso se complica más porque los departamentos de ventas de las empresas energéticas se dividen en unidades industriales, mayoristas y minoristas y estas, a su vez, se subdividen en productos especializados como asfalto, combustible de aviación, gas natural, líquidos para la industria química, fertilizantes y pesticidas agrícolas, y coque para las

industrias del metal y del caucho. El 50 % del petróleo que se vende en los Estados Unidos se destina a gasolina para el transporte.[30]

Ya en los inicios de la era del petróleo hubo algunos empresarios que entendieron que el proceso complejo y de múltiples etapas necesario para llevar el petróleo a los consumidores solo podía ser lucrativo si se consolidaba el control sobre toda la operación. Esta era la única manera de implementar las prácticas racionalizadoras de la gestión centralizada para obtener mayores beneficios.

Teniendo presente este objetivo, John D. Rockefeller fundó la Standard Oil Company en 1868. Rockefeller compró pozos de petróleo y refinerías por todo el país y llegó a acuerdos especiales con los ferrocarriles para que dieran un trato preferente a sus envíos de petróleo. En la primera década del siglo XX, en los albores de la era del automóvil, Standard Oil fue la primera empresa que estableció una red de gasolineras por todo el país en una operación comercial compleja y de integración vertical que abarcaba desde la producción a la distribución, desde los pozos de petróleo hasta el consumidor final. En 1910 Rockefeller controlaba la mayor parte del sector del petróleo en los Estados Unidos. Los competidores y la opinión pública pusieron el grito en el cielo y el Gobierno federal estadounidense demandó a la empresa amparándose en la legislación antimonopolio (la ley Sherman). En 1911, el Tribunal Supremo de los Estados Unidos ordenó la desmembración de Standard Oil, pero los intentos del Gobierno de poner límites a las grandes petroleras duraron muy poco. En la década de 1930, 26 petroleras, entre ellas Standard Oil de Nueva Jersey, Standard Oil de Indiana, Texaco, Gulf Oil, Sinclair, Phillips 66, Unión 76 y Sunoco, poseían dos terceras

partes de la estructura de capital del sector, el 60 % de las perforaciones, el 90 % de los oleoductos, el 70 % de las instalaciones de refinado y el 80 % del mercado.[31]

Aunque la concentración de la industria petrolera es menos acusada hoy en día, sigue siendo enorme. En los Estados Unidos hay cinco empresas —Chevron, BP, Royal Dutch Shell, ExxonMobil y Conoco Philips— que controlan el 34 % de las prospecciones y de la producción de petróleo.[32]

En la misma época en que Rockefeller se ocupaba de consolidar su control sobre la nueva fuente de energía de la Segunda Revolución Industrial, Alexander Graham Bell hacía experimentos con la electricidad y, en 1876, inventó el teléfono, un aparato que se convertiría en un factor básico para la gestión de la nueva y más expansiva economía del petróleo, el automóvil, los centros residenciales suburbanos y la cultura de consumo masivo del siglo XX.

La idea de Bell era crear una red de alcance nacional que conectara todos los teléfonos en un solo sistema. Creía que, para ser eficaces, las telecomunicaciones exigían una empresa con la máxima integración vertical, es decir, un sistema único y centralizado bajo un solo techo. En 1885, Bell creó la American Telephone and Telegraph Company (AT&T) para conectar todas las sedes locales de Bell Telephone, y en 1899 transfirió todos los activos de Bell a AT&T y convirtió esta empresa en sinónima de servicio telefónico.[33] Un servicio de telefonía que conectara todas las comunidades del país crearía una red de comunicaciones que permitiría gestionar una economía nacional integrada.

AT&T disfrutó de una ventaja inicial frente a cualquier competidora porque Bell era el propietario de las patentes relacionadas con la telefonía. Cuando las patentes expiraron a

principios de la década de 1890, empezaron a irrumpir en el mercado otras empresas competidoras y en 1900 había cerca de 3.000 compañías telefónicas en los Estados Unidos.[34] Pero a pesar de esta intensa competencia, las políticas agresivas de AT&T para acabar con sus competidoras empezaron a preocupar a muchos observadores, entre ellos varios cargos electos de Washington y de cámaras estatales. Theodore Newton Vail, presidente de AT&T, dejó clara su intención de controlar el servicio telefónico nacional e incluso creó un nuevo eslogan publicitario para la empresa que rezaba «Una política, un sistema, un servicio universal». Por otro lado, provocó abiertamente a las autoridades federales diciendo que «la competencia efectiva y agresiva, y la regulación y el control, son incompatibles y no pueden coexistir».[35]

Preocupados por la rapidez con que AT&T había devorado a sus competidoras en la primera década del siglo XX —llegó a comprar acciones de Western Union para poder controlarla— el Gobierno federal estadounidense empezó a plantearse la posibilidad de desmembrar la empresa.[36]

Aunque las autoridades federales temían que AT&T acabara siendo un monopolio, también empezaban a darse cuenta de que el servicio telefónico universal era tan importante para la vida de los ciudadanos y el bienestar de la sociedad que se parecía más a un derecho que a un privilegio. Los organismos reguladores acabaron juzgando que el servicio telefónico funcionaría con más eficacia bajo una sola entidad unificada que evitara prácticas «duplicativas», «despilfarradoras» y «destructivas». En 1921, el comité de comercio del Senado estadounidense declaró públicamente que «la telefonía es un monopolio natural».[37] La razón de esta aseveración, según el comité, era que ante la inmensa cantidad de capital necesario

para crear una infraestructura de comunicaciones a escala nacional y desarrollar economías de escala, sería muy difícil, por no decir imposible, imaginar la existencia de otras infraestructuras competidoras por todo el país. Los economistas empezaron a calificar el servicio telefónico de bien público.

Vail percibió una enorme contradicción en la visión que tenía el Gobierno federal del sector de la telefonía y la aprovechó para llegar a un acuerdo con Washington. Viendo que el Gobierno federal podía tomar medidas contra AT&T, Vail, que antes había abogado por un mercado competitivo desregulado, adoptó la postura contraria y solicitó una regulación por parte del Gobierno esperando que su empresa fuera el «monopolio natural» que las autoridades federales andaban buscando. Richard H. K. Vietor, profesor de ciencias empresariales de Harvard, describió así esta estrategia tan audaz y, a primera vista, carente de lógica:

> En aquel momento, Vail decidió que AT&T apoyara sin reservas la regulación por parte del Gobierno a cambio de evitar la competencia. Aquella era la única manera políticamente aceptable de que AT&T pudiera monopolizar la telefonía [...]. Parecía una solución de compromiso necesaria para la consecución del servicio universal.[38]

La maniobra acabó saliendo bien aunque hizo falta una guerra mundial para que el sueño de Vail llegara a hacerse realidad. En 1918, el Gobierno estadounidense nacionalizó las telecomunicaciones en nombre de la seguridad nacional y las puso bajo la administración de Albert S. Burleson, director general de correos y firme partidario de la nacionalización de la telefonía y la telegrafía. Burleson designó de inmediato a Vail para dirigir la industria de la telefonía como parte de la movilización civil durante la guerra. Vail aceptó sin vacilar los

términos de un contrato redactado por su propia empresa, AT&T, donde se establecían las condiciones de la titularidad del Gobierno sobre la empresa. El Gobierno estadounidense nunca más ha firmado un acuerdo tan favorable para una empresa privada como aquel. Entre otras cosas se estipulaba que:

> El Gobierno federal [...] abonará a AT&T el 4,5 % de los ingresos operativos brutos de las compañías telefónicas en concepto de cuota de servicio; hará provisiones para amortización y obsolescencia con un índice de 5,72 por central; provisionará la amortización del capital intangible; se hará cargo de todos los intereses y dividendos; y mantendrá las propiedades en su buen estado inicial.[39]

En cuanto la tinta del contrato se hubo secado, AT&T solicitó un importante aumento de las tarifas de conexión que le fue concedido. Luego, aprovechando su nueva condición de entidad pública bajo control del Estado federal, planteó unas exigencias similares a los distintos estados de la federación. Cinco meses y medio después de haber sido «adquirida» por el Gobierno federal, AT&T se había asegurado un aumento del 20 % de las tarifas para llamadas a larga distancia que le supusieron unos beneficios mucho más elevados de los que había obtenido cuando tenía que competir en el mercado libre. Y cuando AT&T volvió a manos privadas después de la guerra, las tarifas que el Gobierno había fijado en su breve titularidad de la empresa siguieron vigentes.

Gerald Brock, profesor de telecomunicaciones, política pública y administración pública de la Universidad George Washington, resumía así lo que obtuvo AT&T tras aceptar la regulación federal y estatal para el establecimiento de una infraestructura nacional de telecomunicaciones:

> La decisión de aceptar la regulación se tomó para reducir riesgos. Sustituyó la incertidumbre del mercado por un rendimiento del capital y una libertad de gestión de carácter limitado pero garantizado. Dotó al sistema Bell de un arma muy poderosa para excluir a los competidores y justificar la creación de un monopolio, además de reducir la posibilidad de una nacionalización o de unas medidas antimonopolio rigurosas.[40]

AT&T siguió siendo un monopolio virtual hasta la década de 1980 cuando, como ya había sucedido con Standard Oil, el Gobierno federal intervino y provocó su desmembramiento. Sin embargo, en 2011 AT&T había recuperado su posición dominante en el mercado estadounidense de las telecomunicaciones con una cuota del 39,5 %. Verizon, la principal competidora de AT&T, posee el 24,7 % del mercado y entre las dos compañías controlan el 64,2 %, una situación que se puede calificar de oligopolio.[41]

El teléfono ofrecía un medio de comunicación muy ágil para gestionar una actividad económica mucho más dispersa que abarcaba zonas urbanas y suburbanas. El cambio de un transporte basado en la locomotora a vapor que unía puntos fijos a un transporte basado en turismos, autobuses y camiones alimentados con derivados del petróleo y con un desplazamiento radial, amplió el alcance geográfico de la actividad económica. A diferencia de la telegrafía o la imprenta, el teléfono se podía usar en cualquier lugar y en cualquier momento para coordinar la actividad económica más voluminosa que había hecho posible la era de la automoción. Con el teléfono, las empresas podían supervisar operaciones de integración vertical nuevas y más grandes con un control aún más centralizado y «en tiempo real». El crecimiento de la eficiencia y la productividad que provocó el nuevo medio de comunicación fue espectacular.

Naturalmente, el teléfono requería electricidad. En los Estados Unidos de 1896 había cerca de 2.500 compañías eléctricas, casi 200 centrales eléctricas municipales y unas 7.500 centrales aisladas que totalizaban una inversión de 500 millones de dólares, una suma muy importante.[42] Además de producir electricidad para la red telefónica, las centrales generaban electricidad para alumbrado, maquinaria industrial y aparatos domésticos.

El nuevo alumbrado eléctrico permitió alargar el horario de trabajo en empresas y negocios con el consiguiente crecimiento de la actividad económica. En 1910, uno de cada diez hogares de los Estados Unidos tenía electricidad y en 1929 la mayoría de las viviendas urbanas estaban conectadas a la red eléctrica.[43]

Las fábricas tardaron más en adoptar la electricidad: en 1900 solo la usaban un 5 %.[44] Esta situación cambió con rapidez gracias a la introducción del automóvil y de las líneas de montaje en serie. Henry Ford fue de los primeros en reconocer el potencial de la electricidad para aumentar la fabricación de automóviles. Más adelante admitió que no habría podido lograr su ambiciosa meta de producir un Model T asequible para cada familia trabajadora de no ser por la electrificación de las fábricas y la introducción de los motores eléctricos:

> La aparición de un sistema totalmente nuevo de generación eléctrica liberó a la industria de las correas y los ejes de transmisión porque hizo posible dotar a cada herramienta de un motor eléctrico propio [...]. Este motor permitía disponer la maquinaria en función de la secuencia del trabajo y es probable que este hecho duplicara por sí solo la eficiencia de la industria [...]. Sin herramientas de gran velocidad [...] lo que llamamos industria moderna no existiría.[45]

El cambio en las fábricas de la energía de vapor a la energía eléctrica condujo a un impresionante aumento de la

productividad del 300 % en la primera mitad del siglo xx.[46]

La electrificación de las fábricas de automóviles abrió las puertas a la producción masiva y puso a millones de personas al volante de un automóvil. En 1916, por las carreteras de los Estados Unidos circulaban 3,4 millones de automóviles matriculados. Catorce años después, el parque de vehículos matriculados ascendía a 23 millones.[47] El automóvil se convirtió en el «motor» básico del crecimiento económico durante la Segunda Revolución Industrial.

Otras industrias básicas pasaron a formar parte de un complejo empresarial gigantesco que dio lugar a lo que más adelante se llamaría «Edad del automóvil». En 1933, los automóviles consumían «el 20 % del acero, el 12 % del aluminio, el 10 % del cobre, el 51 % del plomo, el 95 % del níquel, el 35 % del cinc y el 60 % del caucho utilizado en los Estados Unidos».[48] En 1932, un entusiasta del automóvil expresaba su asombro ante el impacto del sector en la economía escribiendo que «como consumidor de materias primas, el automóvil no tiene igual en la historia del mundo moderno».[49]

La producción masiva de automóviles hizo que el sector petrolero trabajara a pleno rendimiento. Cada semana se abrían nuevos pozos petrolíferos en los Estados Unidos y las gasolineras empezaron a formar parte del paisaje. A finales de la década de 1930 el petróleo había superado al carbón como principal fuente de energía en los Estados Unidos. En todo el mundo, los pozos de petróleo de Texas eran símbolos del poder estadounidense mientras el país se convertía en el principal productor de crudo. El estadista británico Ernest Bevin comentó en broma que «el reino de los cielos se basará en la rectitud, pero el reino de la tierra se basa en el petróleo».[50]

Al igual que el tendido de las vías para el transporte ferroviario, la construcción de carreteras y la producción masiva de automóviles fueron empresas muy caras. Mientras que la construcción de las redes viarias se financiaba con dinero público prácticamente en todo el mundo, la industria del automóvil —al menos la estadounidense— estaba financiada totalmente por capital privado. Al principio aparecieron docenas de pequeños fabricantes de automóviles, pero los costes de crear las grandes empresas de integración vertical necesarias para la producción y la distribución en masa de vehículos solo dejaron espacio para media docena de gigantes de la automoción liderados por las llamadas «tres grandes» —Ford, General Motors y Chrysler— que siguen teniendo mucha presencia en el mercado.

Y, como en el caso del ferrocarril, la industria de la automoción entendió muy pronto que la supervisión eficaz de las muchas y diversas actividades que confluyen en la producción y venta de automóviles exigía una gestión central racionalizada y un control burocrático jerarquizado. Por otro lado, la escala de las operaciones impedía que pudieran ser financiadas por una sola persona o familia. Al final, todos los grandes fabricantes estadounidenses de automóviles acabaron convirtiéndose en sociedades cotizadas en bolsa.

La economía «sobre ruedas» también transformó de una manera radical la orientación espacial de la sociedad. La imprenta y la locomotora a vapor impulsaron la urbanización. La comunicación impresa y el transporte ferroviario entre puntos fijos definieron en gran medida los lugares donde se agrupaba la vida comercial y residencial. A lo largo de las vías y alrededor de los nudos ferroviarios surgieron nuevas poblaciones y muchas ciudades pequeñas se convirtieron en grandes metrópolis. De una manera natural, las empresas que

dependían de la comunicación impresa y del transporte por ferrocarril decidieron radicarse cerca de los centros de comunicación/energía.

En la primera mitad del siglo XX, la popularización del automóvil y la construcción de una red viaria nacional que facilitaba el transporte de pasajeros y mercancías a zonas rurales donde no llegaba el ferrocarril, dio lugar a un gran desarrollo de zonas residenciales suburbanas. En los Estados Unidos, la construcción de la red de autovías interestatales entre las décadas de 1950 y 1980 —el proyecto de obra pública más costoso y de mayor envergadura de la historia— impulsó el desarrollo de centros suburbanos residenciales y comerciales cerca de las salidas. Las fábricas abandonaron los centros urbanos con una gran densidad de población —y que suponían unos costes muy elevados desde el punto de vista inmobiliario y laboral— para radicarse en zonas rurales, y en lugar del ferrocarril empezaron a usar el camión como medio de transporte. Los trabajadores siguieron a las empresas y, a partir de 1945, en los Estados Unidos se construyeron 65 millones de viviendas y 48.000 grandes superficies comerciales, la mayoría de ellas en las nuevas zonas residenciales suburbanas.[51] La dispersión de estos núcleos residenciales y comerciales estuvo acompañada del tendido de nuevas líneas eléctricas y telefónicas y, más adelante, de estaciones de radio y televisión.

El crecimiento espectacular de los centros suburbanos y la logística cada vez más compleja que suponía organizar e integrar la actividad económica de decenas de miles de comunidades, hizo que cada sector se sometiera a un control más centralizado por parte de menos empresas que intentaban crear economías de escala de integración vertical cada vez más grandes. Cuando la Segunda Revolución Industrial llegó a su

apogeo antes de la debacle de julio de 2008, el barril de petróleo alcanzó el precio récord de 147 dólares en los mercados mundiales y también llegó a su punto máximo la concentración de poder económico en manos de un pequeño número de empresas de cada sector. Tres de las cuatro empresas más importantes de los Estados Unidos son grandes petroleras —ExxonMobil, Chevron y Conoco Phillips— que controlan gran parte del mercado interior del petróleo. Y recordemos que AT&T y Verizon controlan, entre las dos, el 64 % del mercado de las telecomunicaciones. Un estudio publicado en 2010 por el Gobierno federal reveló que, en la mayoría de los Estados, una sola compañía eléctrica controlaba del 25 al 50 % del mercado; en conjunto, solo 38 empresas —el 5 % de un total de 699— controlan el 40 % de la generación de electricidad en los Estados Unidos.[52] En el sector de la automoción, cuatro empresas —General Motors, Ford, Chrysler y Toyota— copan el 60 % del mercado.[53] Cinco grandes grupos mediáticos —News Corp., Google, Garnett, Yahoo y Viacom— controlan el 54 % de los medios de comunicación estadounidenses.[54] En sectores como los salones recreativos, la alimentación y el ocio, CEC (Chuck E. Cheese's) Entertainment, Dave & Busters, Sega Entertainment y Namco Bandai Holdings poseen una cuota de mercado del 96 %. En cuanto a los electrodomésticos de línea blanca, cuatro grandes fabricantes —Whirlpool, AB Electrolux, General Electric y LG Electronics — controlan el 90 % del mercado.[55] Se observan pautas de concentración similares en todos los sectores de la economía estadounidense.

Hoy, en el ocaso de la era de los combustibles fósiles, la industria petrolera sigue siendo la más concentrada del mundo, seguida muy de cerca por la industria de las telecomunicaciones

y la dedicada a generar y distribuir electricidad. Prácticamente todos los sectores que dependen de los combustibles fósiles y las telecomunicaciones exigen enormes desembolsos de capital para lograr una integración vertical y una economía de escala que les permitan recuperar las inversiones, por lo que se ven obligadas a dirigir sus actividades mediante procesos de control muy racionalizados.

Tres de las cuatro mayores sociedades anónimas del mundo son petroleras: Royal Dutch Shell, ExxonMobil y BP. Por debajo de ellas hay diez bancos —JPMorgan Chase, Goldman Sachs, BOA Merrill Lynch, Morgan Stanley, Citigroup, Deutsche Bank, Credit Suisse, Barclays Capital, UBS y Wells Fargo Securities— que controlan casi el 60 % del mercado mundial de inversiones.[56] Y, como decía en el capítulo 1, por debajo de estos bancos hay 500 empresas que cotizan en todo el mundo —con unos ingresos combinados de 22,5 billones de dólares, equivalentes a la tercera parte del PIB mundial— cuya supervivencia depende de la energía obtenida de combustibles fósiles, de las telecomunicaciones globales y de la red eléctrica mundial.[57] En ningún otro período de la historia tan pocas instituciones han tenido tanto poder económico sobre la vida de tantas personas.

Esta concentración sin precedentes —e inimaginable— de poder económico no se debe a la casualidad ni a la codicia insaciable del ser humano. Tampoco se puede achacar solo a la desregulación o a la ineptitud —peor aún, a la colusión y corrupción— de los políticos, aunque estos factores hayan contribuido a ella. En un nivel más fundamental, ha surgido inexorablemente de las matrices de comunicación/energía que han formado la base de la Primera y la Segunda Revolución Industrial.

Nos guste o no, las grandes empresas de integración vertical han sido el medio más eficiente para organizar la producción y distribución masiva de bienes y servicios. La unión de cadenas de suministro, procesos de producción y canales de distribución en empresas integradas verticalmente con una gestión centralizada ha reducido drásticamente los costes de transacción, ha aumentado la productividad y la eficiencia, ha reducido los costes marginales de producción y distribución y, en gran medida, ha rebajado el precio para el consumidor de bienes y servicios haciendo que la economía floreciera. Quienes se hallan en la cúspide de la pirámide empresarial se han beneficiado desproporcionadamente de la creciente rentabilidad de sus inversiones, pero es justo reconocer que, en los países industrializados, la vida de millones de consumidores también ha mejorado de una manera sustancial.

Capítulo 4

LA NATURALEZA HUMANA VISTA DESDE EL CAPITALISMO

Lo más destacable de la concentración de poder económico en manos de unos pocos actores empresariales en cada sector de la industria es la poca inquietud que ha suscitado en la opinión pública —al menos en los Estados Unidos— durante los siglos XIX y XX. Aunque las luchas de los sindicatos obreros contra el poder empresarial han sido enconadas, nunca han atraído a su causa a una mayoría de los trabajadores. De vez en cuando se han dado revueltas populares contra el control desenfrenado que ejercen las empresas en la vida económica de la sociedad —los casos más recientes han sido movimientos como Ocupa Wall Street, con su lema del 1 % contra el 99 %— aunque, en general, han sido pocos y solo han dado lugar a reformas menores que prácticamente no han hecho mella en la concentración de poder.

Hasta cierto punto, las críticas no han ido a más porque las grandes empresas de integración vertical han introducido en el mercado productos y servicios cada vez más baratos, han creado millones de puestos de trabajo y han mejorado el nivel de vida de la clase trabajadora en todo el mundo industrializado.

Pero también ha entrado en juego otro factor más sutil que ha demostrado tener la misma eficacia para enfriar la oposición pública. La primera y la segunda revoluciones industriales trajeron consigo una cosmovisión que legitimaba el sistema económico, dando a entender que su funcionamiento reflejaba la manera en que se organiza la naturaleza.

Replantear la salvación

La legitimación de paradigmas económicos mediante su asociación a grandes narraciones cosmológicas es una práctica antigua. Como ejemplo de este proceso de formulación de una cosmología que legitime el orden social existente, muchos historiadores contemporáneos señalan la descripción que hizo Tomás de Aquino de la creación como cadena de los seres *o scala naturae* en la época feudal. Para Tomás de Aquino, el buen funcionamiento de la naturaleza dependía de un laberinto de obligaciones entre las criaturas de Dios. Aunque cada ser difiere en cuanto a intelecto y aptitudes, la diversidad y la desigualdad son esenciales para el buen funcionamiento del sistema como un todo: si todos los seres fueran iguales no podrían actuar en beneficio de otros. Haciendo a cada ser diferente, Dios establece en la naturaleza una jerarquía de obligaciones que si se cumplen fielmente permiten que la creación florezca.

La descripción de la creación que hizo Tomás de Aquino se parece mucho a la organización de la sociedad feudal: la supervivencia individual de cada persona dependía de que cumpliera fielmente sus deberes dentro de una jerarquía social definida con rigidez. Siervos, caballeros, señores y papas no eran iguales en cuanto a grado y clase, pero todos estaban obligados a servir a otros por los vínculos feudales de lealtad. El cumplimiento de sus deberes en función de su lugar en la jerarquía rendía homenaje a la perfección de la creación divina.

Robert Hoyt, historiador de la Universidad de Minnesota, resumía así la relación especular entre la organización de la sociedad feudal y el orden natural:

> La idea básica de que el universo creado era una jerarquía que asignaba un rango y un puesto a todos los seres era afín a la noción de

estatus dentro de la jerarquía feudal, en la que cada miembro tenía un rango con unos derechos y deberes concretos.[1]

La cosmología de la Reforma protestante que acompañó la revolución industrial *light* de finales de la Edad Media desempeñó un papel legitimador similar. Lutero lanzó un ataque frontal contra la noción de *scala naturae* que defendía la Iglesia afirmando que legitimaba el corrupto dominio jerárquico del papa y de la administración papal sobre la vida de los fieles. Lutero sustituyó la cosmología feudal de la Iglesia por una cosmovisión centrada en la relación personal de cada creyente con Jesucristo. Esta democratización del culto encajaba con la nueva matriz de comunicación/ energía que empoderaba a la naciente burguesía.

Lutero acusó al papa de ser el anticristo y proclamó que la Iglesia católica no era la emisaria de Dios en la Tierra ni la intermediaria en la comunicación de los fieles con el Señor. Tampoco sus dirigentes podían reclamar legítimamente la potestad de interceder ante Dios en nombre de su rebaño ni de asegurar la salvación en el más allá.

Lutero hizo un llamamiento al sacerdocio de todos los creyentes. Afirmaba que cada hombre y cada mujer se halla a solas ante Dios. Armado con la Biblia, cada cristiano tenía la responsabilidad personal de interpretar la palabra divina sin necesitar la autoridad de la Iglesia para descifrar el significado del texto y sin que aquella se arrogara el papel de guardiana de las puertas del cielo. La proclama de Lutero dio lugar a la primera campaña de alfabetización a gran escala de la historia, porque los conversos al protestantismo aprendieron a leer para interpretar la palabra de Dios en la Biblia.

Lutero también modificó las reglas para poder alcanzar la salvación. La Iglesia enseñaba que las buenas obras y los

sacramentos garantizaban al creyente un lugar en el cielo, pero Lutero aseguraba que no es posible ganarse un lugar en el cielo acumulando buenas obras en la Tierra. Al contrario, el destino final de cada cual ya está escrito desde el principio y cada persona es elegida por Dios para la salvación o la condena desde su mismo nacimiento. Esto plantea la pregunta de cómo puede uno vivir con la angustia de no saber qué le depara el destino. La respuesta de Lutero fue que aceptar la vocación personal y desempeñar plenamente y sin error nuestro papel podría ser una señal de haber sido elegidos para la salvación.

Calvino fue más allá y arengó a sus seguidores a que trabajaran sin desfallecer para mejorar su suerte en la vida como señal de posible elección. Al predicar que cada persona estaba obligada a mejorar su vocación, los teólogos del protestantismo alentaron sin darse cuenta el nuevo espíritu empresarial al dar por sentado que el hecho de que alguien mejorara su suerte económica estaba en consonancia con el orden natural y era el reflejo de una relación adecuada con Dios.

Ni Lutero ni Calvino deseaban «desespiritualizar» a los fieles ni crear un *Homo economicus*, pero la idea de mejorar la vocación personal se acabó confundiendo con la de mejorar la posición económica. La importancia que el protestantismo había dado a la diligencia, el esfuerzo y la sobriedad se fue desplazando durante los siglos XVI y XVII hacia la noción más económica de «productividad». En la economía de mercado que estaba naciendo, la valoración de una persona empezó a basarse más en que fuera productiva que en que fuera bondadosa a los ojos de Dios.

Con el tiempo, la idea de la persona a solas frente a Dios empezó a ocupar un segundo plano frente a la idea de la persona a solas ante el mercado. El valor de cada persona pasó

a medirse en función de su interés personal y de su capacidad de acumular riquezas y propiedades actuando con astucia en la nueva economía. Max Weber denominó «ética protestante» a este proceso que acabó dando origen al «nuevo ser humano» del mercado.[2]

El nuevo fervor comercial acabó atrayendo al mercado a más y más católicos y creyentes de otras confesiones. En la época feudal, el lugar de una persona en la *scala naturae* de la creación divina definía su destino; en la nueva economía de mercado, el individuo, ahora autónomo, definía su destino en función de la propiedad privada que podía acumular.

La naturaleza humana vista por la Ilustración

En las postrimerías del siglo XVIII, al final de aquella era de mercado *light*, surgió una cosmología que dotaría al nuevo ser humano del mercado de una narración general con poder suficiente para desplazar la cosmología cristiana del lugar que había ocupado hasta entonces en la historia.

John Locke, el gran filósofo de la Ilustración, encabezó la ofensiva con una enérgica defensa de la propiedad privada aduciendo que era un reflejo más preciso de la «naturaleza inherente al hombre» que la gestión colectiva del procomún feudal. Según él, cada persona crea su propiedad añadiendo su trabajo a la materia prima de la naturaleza con el fin de transformarla en objetos de valor. Aunque Locke reconocía que en el estado primigenio de la naturaleza toda la Tierra pertenecía por igual a los seres humanos y a las restantes especies, en *Dos ensayos sobre el gobierno civil* afirmaba que todo ser humano también «tiene la *propiedad* de su propia *persona*: [y] a esa propiedad nadie tiene derecho salvo él mismo».[3] Dicho de otro modo, la propiedad privada era un derecho natural y, por esta razón, rechazarla equivalía a

rechazar el orden natural de las cosas y negar las leyes de la naturaleza:

> Cualquier cosa, pues, que [el hombre] remueva del estado en que la naturaleza le pusiera y dejara, con su *trabajo* se combina y, por tanto, queda unida a algo que de él es, y así se constituye en su *propiedad*. Aquella, apartada del estado común en que se hallaba por naturaleza, obtiene por dicho *trabajo* algo anejo que excluye el derecho común de los demás hombres. Porque siendo el referido *trabajo* propiedad indiscutible de tal trabajador, no hay más hombre que él con derecho a lo ya incorporado, al menos donde hubiere de ello abundamiento, y común suficiencia para los demás.[4]

Luego, partiendo de esta teoría del derecho natural a la propiedad privada, Locke rechazaba por completo el régimen feudal de obligaciones de propiedad sobre el procomún:

> Aquel que, mediante su propio esfuerzo, se apropia de una parcela de tierra, no solo no disminuye la propiedad común de la humanidad, sino que la acrecienta; pues los frutos en beneficio de la vida humana que son producidos por un acre de tierra cultivada, resultan ser [...] diez veces más que los producidos por un acre de tierra igualmente fértil que no es aprovechado y continúa siendo terreno comunal. Por lo tanto, aquel que parcela una porción de tierra y mejora su vida, mediante el cultivo de diez acres, mucho más de lo que la mejoraría dejando cien acres en su estado natural, puede decirse que está dando noventa acres al género humano.[5]

En aquel breve ensayo Locke sentó las bases de la narración cosmológica que acompañaría a la moderna economía de mercado. El orden natural de las cosas ya no se hallaba en la *scala naturae* del cristianismo, sino en el derecho natural a crear propiedad privada mediante el trabajo y el esfuerzo personal.

Adam Smith recogió el testigo de Locke y, en un rechazo definitivo al procomún feudal, declaró que la conducta del mercado representaba la naturaleza real de las personas:

> Cada individuo en particular se afana continuamente en buscar el empleo más ventajoso para el capital de que puede disponer. Lo que desde luego se propone es su propio interés, no el de la sociedad; pero estos mismos esfuerzos hacia su propia ventaja le inclinan a preferir, de una manera natural, o más bien necesaria, el empleo más útil a la sociedad como tal.[6]

Más adelante, el crítico social R. H. Tawney escribiría sobre el cambio fundamental que llevó a la sociedad europea de una economía feudal a una economía de mercado y de una cosmovisión teocrática a una cosmovisión económica. Según él, lo que quedó tras la caída del universo centrado en lo cristiano «fueron derechos e intereses privados, el material de una sociedad más que una sociedad en sí». A partir de aquel momento se dio por sentado que la economía basada en el intercambio de propiedad privada en el mercado era «la base sobre la que se fundaba la organización social, algo que no admitía ninguna discusión».[7] Más rotundo fue Max Weber cuando afirmó que pasar de un universo centrado en el cristianismo a un universo materialista sustituyendo unos valores espirituales por unos valores económicos había dado lugar al «desencantamiento del mundo».[8]

Para ser justos, es necesario decir que a pesar del gran sufrimiento que ocasionó el cercamiento o acotamiento de los procomunes y el desarraigo de millones de campesinos dejados a su suerte en un mundo urbano nuevo que aún no estaba preparado para absorber su trabajo, el cambio a una economía de mercado acabó por mejorar la suerte del ciudadano medio

de un modo que las familias que vivían bajo el régimen feudal no hubieran podido imaginar.

El cambio de la economía de mercado basada en el intercambio de finales de la Edad Media a la economía capitalista de mediados del siglo XIX planteó problemas muy serios relacionados con la noción de propiedad. Recordemos que, según la teoría del derecho natural de Locke, lo que una persona añade a la naturaleza mediante su propio trabajo es una forma de propiedad privada que solo le pertenece a ella. La teoría de Locke encaja con la simple economía de intercambio en el mercado de finales de la Edad Media, en la que casi todo lo que se vendía y se compraba era producto del trabajo de una persona o una familia.

Pero la llegada del capitalismo cambió radicalmente el modelo económico. Como ya se ha dicho antes, los menestrales fueron despojados de sus herramientas por los capitalistas y pasaron a ser «trabajadores libres» que solo recuperaban una parte del trabajo que realizaban en forma de salario. El resto del valor laboral se lo quedaba la empresa en forma de beneficio. También se transformó la propiedad. Los nuevos propietarios eran inversores accionistas cuyo trabajo nunca entraba en el producto y tenían poco o nada que ver en la gestión de la empresa, y que aun así recibían dividendos del beneficio obtenido del trabajo de los obreros. El dilema es muy claro. ¿Se privaba de este modo a los trabajadores de su derecho natural a la plena propiedad y la libre disposición de los productos que creaban con su trabajo? Hubo algún intento de justificar la apropiación del valor del trabajo realizado por los obreros argumentando que el capital es una especie de trabajo acumulado y que los inversores, de una manera indirecta, «añaden» al proceso su trabajo anterior. Pero esta

justificación apenas se sostenía. Como observó Richard Schlatter con agudeza:

> La escuela clásica, partiendo del supuesto de que el trabajo creaba la propiedad, fue incapaz de formular una teoría económica coherente que no llevara a la conclusión de que quien se beneficiaba sin trabajar estaba robando, necesariamente, al obrero.[9]

Los militantes socialistas, cuya voz iba ganando fuerza por toda Europa en la década de 1840, se dieron cuenta de la contradicción que amenazaba con separar la teoría económica clásica del capitalismo. Consideraban que el capitalismo era una aberración y encomiaban las afirmaciones de la teoría económica clásica de que todo ser humano tiene un derecho natural a la propiedad del fruto de su trabajo.

Decididos a evitar la ruptura entre la teoría económica clásica y un capitalismo incipiente, los economistas optaron por dejar para los socialistas la teoría de la propiedad privada basada en el derecho natural de Locke y se afanaron en buscar una nueva teoría que les sirviera. La encontraron en la teoría del valor utilitario de David Hume y Jeremy Bentham. Según Hume, la propiedad es una convención humana nacida del interés común que lleva a cada ser humano «en concurrencia con otros, a un plan general o sistema de acciones que tienden a la utilidad pública».[10] En otras palabras, las leyes de la propiedad son códigos que los seres humanos acuerdan seguir porque van en interés de todos.

Hume dejó claro que era favorable a la noción de que lo que crea un hombre a partir de la naturaleza es suyo; sin embargo, afirmaba que el derecho a la propiedad privada no se debía fomentar por responder a un derecho natural, sino por ser un «hábito útil», y que la propiedad se tenía que intercambiar

libremente en el mercado por ser algo «muy *beneficioso* para la sociedad humana».[11]

Los utilitaristas, al sostener que el bienestar general de la sociedad, definido como el triunfo del placer sobre el dolor, era la base sobre la que fundar la propiedad, podían justificar su apoyo tanto a la propiedad privada del obrero como a los derechos de propiedad incorporados al capital argumentando que las dos formas de propiedad fomentaban el bienestar general y que, por ello, eran útiles. En los dos casos, la utilidad por sí sola servía de justificación.

Bentham se dispuso a refutar sin ambages la teoría del derecho natural a la propiedad argumentando que la propiedad natural no existe:

> Los derechos, pues, son fruto de la ley y solo de ella. No hay derecho sin ley, ni derecho contrario a la ley, ni derecho anterior a ella [...]. La propiedad y la ley nacen juntas y juntas deben morir.[12]

La doctrina utilitarista ofreció a los capitalistas la base que necesitaban para justificar su papel creciente como fuerza dominante en la nueva economía industrial. Con todo, la teoría del derecho natural a la propiedad siguió teniendo mucha influencia, sobre todo entre los obreros que llenaban las fábricas y las oficinas de la economía industrial, y entre los menestrales y pequeños comerciantes que seguirían desempeñando un papel fundamental, aunque más limitado, en la era del gran capital.

Aunque el utilitarismo estaba claramente basado en las convenciones sociales y no en la ley natural, recibió un espaldarazo inesperado por parte de Charles Darwin. En su segundo libro, *El origen del hombre*, Darwin sostenía que las facultades mentales más evolucionadas del ser humano dieron lugar a la aparición de la conciencia, que lo predispuso a seguir

cada vez más el principio utilitarista de buscar lo mejor para el mayor número de personas. Las reflexiones de Darwin ofrecieron al utilitarismo un «apoyo natural» que los economistas no tardaron en aprovechar.

Pero a Darwin no le gustó que se apropiaran de esta manera de su teoría de la evolución. Después de todo, había argumentado que el carácter utilitario de nuestra especie era de orden superior —porque fomentaba la cooperación y la empatía en el ser humano— y le disgustó ver que sus ideas se redujeran a lo estrictamente económico para legitimar un interés material colectivo. En sus últimos escritos, Darwin refutó las ideas de John Stuart Mill y de otros economistas utilitarios populares señalando que «en modo alguno surgen siempre los impulsos de [...] la previsión del placer».[13] Para dejarlo más claro citó el ejemplo de la persona que se apresura a salvar a un desconocido en un incendio a pesar del riesgo personal y sin esperar recompensa. Para Darwin, la motivación para rescatar a otra persona surgía de un impulso humano más profundo que el placer al que él llamaba «instinto social».[14]

El mal uso de la teoría de Darwin para apoyar la teoría utilitarista de la propiedad tuvo efectos perceptibles. Pero aún fue más atroz e impactante la adulteración de su teoría de la selección natural por parte del sociólogo y filósofo Herbert Spencer para proponer lo que más adelante se daría en llamar darwinismo social, un movimiento de inspiración ideológica concebido para justificar los peores excesos de un capitalismo desenfrenado a finales del siglo XIX. Spencer se apropió de la descripción que hizo Darwin de la selección natural para justificar su propia teoría de la evolución económica. Según él, «esta supervivencia del más apto, que aquí he tratado de expresar en términos mecánicos, es lo que el señor Darwin ha

llamado "selección natural, o preservación de las razas favorecidas en la lucha por la supervivencia"».[15] En general se cree que la expresión *supervivencia del más apto* se debe a Darwin, pero en realidad fue acuñada por Spencer después de haber leído su obra. Por desgracia, Darwin incluyó la narración de Spencer en la quinta edición del *Origen de las especies* publicada en 1869, donde escribió: «A esta conservación, en la lucha por la supervivencia, de variedades que adquieren una ventaja por su estructura, constitución o instinto, la he llamado "selección natural"; y el señor Herbert Spencer ha expresado bien la misma idea cuando habla de "supervivencia del más apto"».[16] Para Darwin, aquella expresión era una metáfora que significaba «mejor diseñado para el entorno inmediato»,[17] pero para Spencer se refería a la superioridad física.

Para Spencer, el significado de «supervivencia del más apto» era que solo sobrevivían los organismos más aptos desde el punto de vista físico y, con el fin de introducir esta idea en el discurso público, no tuvo reparos en alinearse con Darwin a pesar de que su propia idea de la evolución era mucho más lamarckiana.

Más adelante, Darwin hizo todo lo que pudo para renegar de esta expresión e incluso se disculpó por haberla usado, pero todo fue en vano.[18] La expresión arraigó tanto en la conciencia pública que acabó representando su teoría en la mente de las generaciones siguientes.

Para Spencer, todas las estructuras del universo habían evolucionado desde un estado simple e indiferenciado a otro estado cada vez más complejo y diferenciado caracterizado por una mayor integración de sus partes. Este proceso se aplicaba por igual a las estrellas y a las galaxias, a la evolución de la vida en la Tierra y a la organización social humana.

Para Spencer, la competencia que se daba en el mercado entre las empresas era una expresión de la evolución natural de la sociedad. Había que dejar que esta competencia actuara sin interferencias del Gobierno para que solo las empresas más complejas y con más integración vertical sobrevivieran y prosperaran.

Las ideas de Spencer ayudaron a legitimar los intereses empresariales de la época. Al encontrar en la naturaleza una justificación para las empresas que aspiraban a una mayor integración vertical y a una gestión más y más centralizada y racionalizada, Spencer y los economistas partidarios de la libertad de mercado que le siguieron consiguieron acallar toda oposición pública seria a la organización económica existente.

Sin embargo, Spencer y sus correligionarios erraron al creer que la complejidad creciente de la sociedad exigía de manera ineludible empresas integradas verticalmente y con un control centralizado en manos de menos instituciones y personas. Pero la complejidad no siempre es sinónima de integración vertical y centralización. En la primera y la segunda revoluciones industriales, la naturaleza de las matrices de comunicación/energía favorecía la integración vertical de la actividad económica para reducir los costes marginales y crear economías de escala suficientes para recuperar las inversiones y obtener beneficios. Añadiría que ha sucedido lo mismo con los regímenes capitalistas y socialistas —como hemos visto en la Unión Soviética y en China— e incluso con las economías mixtas sociales y de mercado de Europa. No deberíamos confundir la propiedad de los medios de producción con la organización del modo de producción. Tanto los regímenes capitalistas como los socialistas organizan la producción en empresas integradas de escala vertical porque así mejoran las

eficiencias, a pesar de sus diferencias desde el punto de vista de la propiedad y la distribución de beneficios.

Pero ¿cómo se organiza una economía en la que los costes iniciales de establecer una matriz de comunicación/energía sean sustancialmente menores y en gran medida los sufraguen centenares de millones de personas en redes entre iguales, y en la que el coste marginal de generar, almacenar y compartir información, energía y un número creciente de productos y servicios se acerque a cero?

Está naciendo una nueva matriz de comunicación/energía, y con ella una nueva infraestructura pública «inteligente». El Internet de las cosas —IdC— conectará todas las personas y todas las cosas en un nuevo paradigma económico mucho más complejo que los de la primera y la segunda revoluciones industriales, con una arquitectura distribuida en lugar de centralizada y de índole colaborativa en vez de jerárquica. Más importante aún, la nueva economía optimizará el bienestar general mediante redes de integración horizontal —prefiero decir «lateral»— en el procomún colaborativo, no mediante empresas de integración vertical en el mercado capitalista.

El efecto de esto es que la infraestructura incipiente del IdC plantea una amenaza de proporciones incalculables a los monopolios empresariales del siglo xx. Aparecen clases nuevas de empresas sociales que se conectan al IdC para aprovechar su arquitectura distribuida, colaborativa y abierta con el fin de crear economías de escala lateral y entre iguales que prescinden prácticamente de todos los intermediarios. Esta «compresión» aumenta de una manera drástica las eficiencias y la productividad al tiempo que reduce los costes marginales casi a cero, permitiendo la producción y la distribución de bienes y servicios casi gratuitos.

Los monopolios integrados verticalmente que han dominado la Segunda Revolución Industrial durante el siglo xx tratan de repeler este asalto, pero sus esfuerzos son en vano. Los monopolios gigantes que dominan la industria de la música, el sector editorial, los medios de comunicación impresos y electrónicos y gran parte de la industria del espectáculo y el ocio ya han sufrido en sus propias carnes los efectos de la producción entre iguales conectados en red, en una economía de escala de integración lateral que reduce el coste marginal casi a cero. A medida que la infraestructura IdC madure, es de esperar que se le unan muchos de los gigantes de sectores que van de la generación de energía a las comunicaciones, la manufacturación y los servicios.

Estos cambios económicos de gran alcance están empezando a impulsar un cambio aún más profundo en la conciencia del ser humano. El nuevo paradigma económico va acompañado de un replanteamiento radical de la naturaleza humana que altera fundamentalmente la manera de percibir nuestra relación con la Tierra. Como dijo Thomas Paine, el gran revolucionario, «Cada generación debe tener la misma libertad de actuar».[19] Una generación nueva está cultivando el germen de una sociedad de coste marginal cercano a cero y su nueva cosmovisión enriquece el significado de la aventura humana.

Segunda parte
LA SOCIEDAD DE COSTE MARGINAL CASI CERO

Capítulo 5

PRODUCTIVIDAD EXTREMA, INTERNET DE LAS COSAS Y ENERGÍA GRATUITA

Si hace veinticinco años nos hubieran dicho que al cabo de un cuarto de siglo la tercera parte de la humanidad se estaría comunicando —intercambiando audio, vídeo y textos— mediante inmensas redes mundiales que conectarían centenares de millones de personas, que el conocimiento combinado de todo el mundo sería accesible desde un teléfono móvil, que cualquier persona podría dar a conocer una idea, presentar un producto o expresar un pensamiento a mil millones de personas al mismo tiempo, y que el coste de hacerlo sería casi nulo, nuestra reacción habría sido de incredulidad. Y resulta que, ahora, todo eso es una realidad.

¿Y si alguien nos dijera que dentro de veinticinco años la mayor parte de la energía destinada a la calefacción, a los electrodomésticos, a las oficinas, a los vehículos y a todos los componentes de la economía mundial, también será casi gratuita? No hará falta esperar tanto porque también esto es ya una realidad para varios millones de usuarios «pioneros» que han instalado en sus hogares y empresas microcentrales eléctricas que generan energías renovables in situ. Ya antes de que se recuperen los costes fijos de la instalación solar o eólica —un período que oscila entre uno y ocho años— el coste marginal de la energía obtenida es prácticamente nulo.[1] A diferencia de los combustibles fósiles de las centrales termoeléctricas y del uranio de las centrales nucleares donde la materia prima siempre cuesta algo, el sol que calienta los tejados, el viento que sopla contra las casas, el calor que asciende del subsuelo y la energía que genera la descomposición anaeróbica de la basura son prácticamente gratuitos.

¿Y si una información casi gratuita permitiera gestionar esta energía verde creando una matriz y una infraestructura inteligente de comunicación/energía que faculte a cualquier empresa del mundo para conectarse, compartir energía por un Internet de la energía continental, y manufacturar y vender productos a un precio mínimo en comparación con el que hoy cobran los gigantes de la industria? También esto está ya sucediendo a pequeña escala gracias a centenares de empresas nuevas que «infofabrican» productos mediante impresión 3D con un coste marginal casi nulo, que alimentan sus *fab labs* —laboratorios de fabricación— con su propia energía verde, que venden sus productos casi gratis en centenares de sitios web de todo el mundo y que transportan esos productos con vehículos eléctricos o alimentados por pilas de combustible. (Dentro de poco hablaré de los costes iniciales fijos de establecer esta infraestructura colaborativa.)

¿Y si millones de estudiantes de todo el mundo que no han podido acceder a una formación universitaria, de repente pudieran seguir cursos impartidos por los mejores profesores del planeta y recibir créditos por su trabajo, todo ello de manera gratuita? También esto está sucediendo hoy.

Por último, ¿y si el coste marginal del trabajo humano en la producción y distribución de bienes y servicios cayera hasta llegar casi a cero porque la tecnología inteligente sustituyera a trabajadores de todos los sectores industriales, profesionales y técnicos, permitiendo a las empresas llevar a cabo gran parte de la actividad comercial de nuestra civilización de una manera más inteligente, eficaz y barata que con trabajadores convencionales? También esto es ya una realidad: millones de trabajadores han sido sustituidos por tecnología inteligente en empresas y entidades profesionales de todo el mundo. ¿Qué haría la humanidad y, más importante aún, cómo definiría su

futuro, si el empleo masivo y el trabajo profesional desaparecieran de la vida económica en un par de generaciones? Esta pregunta ya se está planteando con seriedad en algunos círculos intelectuales y en el debate político.

Productividad extrema

La aproximación a un coste marginal cero y a unos bienes y servicios casi gratuitos es una función de los avances en la productividad, entendida como «una medida de eficiencia productiva expresada por la proporción entre aquello que se produce y lo que es necesario para producirlo».[2] El nivel óptimo de productividad se daría cuando el coste de producir una unidad adicional de un producto o servicio se aproximara a cero.

Aquí volvemos a encontrar la contradicción esencial del capitalismo. La fuerza motriz del sistema es el crecimiento de la productividad debido a un aumento de las eficiencias termodinámicas. Se trata de un proceso implacable porque los competidores se afanan en introducir tecnologías nuevas y más productivas para reducir los costes de producción y el precio de sus productos y servicios con el fin de atraer a más compradores. Esta competición va en aumento hasta que se acerca la meta, donde se alcanza una eficiencia óptima y la productividad es máxima. La meta es el punto donde el coste marginal de producir cada unidad adicional es casi nulo. Cuando se cruza la línea de meta los bienes y servicios son casi gratuitos, los beneficios se evaporan, el intercambio de propiedad en los mercados cesa y el sistema capitalista muere.

Hasta hace muy poco, los economistas se contentaban con medir la productividad según dos factores: el capital físico y el rendimiento laboral. Pero cuando Robert Solow —que recibió el premio Nobel de economía en 1987 por su teoría del

crecimiento— estudió a fondo la era industrial, vio que el capital físico y el rendimiento laboral solo explicaban en torno a un 14 % del crecimiento económico, lo que planteaba la cuestión de qué era responsable del 86 % restante. Este misterio hizo que Moses Abramovitz, expresidente de la American Economic Association y economista, admitiera lo que otros economistas se negaban a reconocer: que aquel 86 % restante era una «medida de nuestra ignorancia».[3]

En los últimos veinticinco años, varios analistas, entre ellos Reiner Kümmel, físico de la Universidad alemana de Würzburg, y Robert Ayres, economista de la escuela de empresariales INSEAD de Fontainebleau, han vuelto a examinar el crecimiento económico del período industrial mediante un análisis basado en tres factores —el capital físico, el rendimiento laboral y la eficiencia termodinámica del uso de energía—, y han observado que «el aumento de la eficiencia termodinámica con que la energía y las materias primas se convierten en trabajo útil» explica la mayor parte del aumento de la productividad y del crecimiento en las economías industriales que quedaba por explicar. En otras palabras, el factor que faltaba era «la energía».[4]

Si examinamos más a fondo las dos primeras revoluciones industriales veremos que los aumentos de la productividad y del crecimiento fueron posibles gracias a la matriz de comunicación/energía y a la infraestructura correspondiente que conformaban la plataforma tecnológica de uso general en la que se basaban las empresas. Por ejemplo, Henry Ford no podría haber disfrutado de los espectaculares avances en la eficiencia y la productividad debidos al uso de herramientas eléctricas sin una red de suministro eléctrico. Las empresas tampoco habrían podido lograr las eficiencias y los aumentos

de productividad de las grandes operaciones de integración vertical sin el telégrafo y, más tarde, el teléfono, que les permitieron una comunicación instantánea con sus proveedores y distribuidores y el acceso inmediato a las cadenas de mando de sus operaciones internas y externas. Las empresas tampoco podrían haber reducido de una manera significativa sus costes de logística sin una red viaria que comunicara los mercados interiores. Por otro lado, la red de suministro eléctrico, las redes de telecomunicaciones y los vehículos ligeros y pesados que circulaban por la red viaria se alimentaban con energía procedente del petróleo, que para pasar de los pozos a las refinerías y las gasolineras necesitaba una infraestructura de integración vertical.

Esto es lo que el presidente Barack Obama quería decir con su célebre frase, «Eso no es obra vuestra», durante la campaña para las elecciones presidenciales de 2012. Aunque el partido republicano sacó esta frase de contexto en un alarde de oportunismo, lo que Obama quería decir es que el éxito de las empresas se basa en infraestructuras como redes de distribución de electricidad, oleoductos y gasoductos, redes de comunicaciones, redes viarias, escuelas, etc.[5] Para tener éxito en una economía de mercado integrada, las empresas necesitan unas infraestructuras que, al ser bienes públicos, exigen la participación del Estado. Esto es de sentido común, pero este sentido se acabó perdiendo entre las reacciones airadas que suscitaron las palabras de Obama en un país donde algunos de los mitos más poderosos son que todo éxito económico se debe solo a la sagacidad empresarial y que la intervención del Gobierno siempre es un obstáculo para el crecimiento.

La mayoría de las infraestructuras públicas se sufragan o subvencionan por medio de impuestos y son supervisadas y

reguladas por el Gobierno a nivel local, estatal o federal. La infraestructura tecnológica de la Segunda Revolución Industrial constituyó la base para el aumento espectacular del crecimiento en el siglo XX. Entre 1900 y 1929, los Estados Unidos construyeron una infraestructura incipiente formada por redes de telecomunicaciones, redes viarias, redes de distribución eléctrica, oleoductos y gasoductos, sistemas de suministro de agua potable y de alcantarillado, y sistemas de enseñanza pública. La Gran Depresión y la Segunda Guerra Mundial ralentizaron esta actividad. Pero, después de la guerra, la construcción de la red interestatal de autovías y la finalización del tendido de la red eléctrica y de la red de telecomunicaciones ofrecieron infraestructuras maduras y plenamente integradas. Esta infraestructura de la Segunda Revolución Industrial potenció la productividad en todos los sectores, desde la automoción hasta la construcción de zonas residenciales y comerciales suburbanas en las salidas de las autovías interestatales.

Entre 1900 y 1980, la eficiencia energética agregada en los Estados Unidos —la proporción entre el trabajo útil y el trabajo potencial que se puede extraer de materiales— creció a un ritmo constante —de un 2,48 a un 12,3 %— en paralelo al desarrollo de las infraestructuras del país. Esta proporción se estabilizó en torno al 13 % a finales de la década de 1990, con la finalización de la infraestructura de la Segunda Revolución Industrial.[6] A pesar de un aumento significativo de la eficiencia, que en los Estados Unidos se tradujo en una productividad y un crecimiento extraordinarios, casi el 87 % de la energía que se había utilizado en la Segunda Revolución Industrial se había perdido durante el transporte.[7]

Con todo, es improbable que mejorar la infraestructura de la Segunda Revolución Industrial tuviera efectos medibles en la eficiencia, la productividad y el crecimiento. Las energías fósiles han madurado, y llevarlas al mercado es cada vez más caro. Además, las tecnologías concebidas y diseñadas para aprovechar estas energías, como el motor de combustión interna y la red centralizada de distribución eléctrica, han agotado su productividad y les queda muy poco potencial que explotar.

Huelga decir que es imposible llegar a una eficiencia termodinámica del cien por cien. Pero según varios estudios recientes, como uno realizado por mi grupo asesor mundial, es posible que la infraestructura TIR permita aumentar la eficiencia energética agregada al 40 % o más en los próximos cuarenta años, lo que supondría un aumento espectacular de la productividad en relación con la de la economía del siglo XX.[8]

El Internet de las cosas

Este aumento enorme de la productividad será posible porque el naciente Internet de las cosas o IdC es la primera revolución de la historia basada en una infraestructura inteligente que conectará cada máquina, cada empresa, cada vivienda y cada vehículo en una red inteligente formada por un Internet de las comunicaciones, un Internet de la energía y un Internet de la logística integrados en un único sistema operativo. Solo en los Estados Unidos hay 37 millones de contadores digitales que ofrecen información en tiempo real sobre el consumo de electricidad.[9] En un plazo de diez años, todos los edificios de Norteamérica, Europa y otros lugares del mundo estarán equipados con contadores inteligentes. Y todos los dispositivos y aparatos —termostatos, líneas de montaje, equipos de almacenes, televisores, lavadoras, ordenadores—

estarán conectados al contador inteligente y a la plataforma IdC. En 2007 había diez millones de sensores que conectaban al IdC toda clase de aparatos. En 2013, esta cantidad superaba los 3.500 millones y, más impresionante aún, se calcula que habrá cien billones de sensores conectados al IdC en 2030.[10] Otros dispositivos detectores, como sensores aéreos, registros de *software*, lectores de identificación por radiofrecuencia y redes de sensores inalámbricos, ayudarán a reunir grandes cantidades de datos sobre una gran variedad de cosas, desde las variaciones del precio de la electricidad hasta el tráfico logístico en cadenas de suministro, los flujos de producción en líneas de montaje, los servicios externos e internos de las empresas, y el seguimiento de la actividad de los consumidores en tiempo real.[11] Como se decía en el capítulo 1, esta infraestructura inteligente ofrecerá a las empresas conectadas a la red un flujo continuo de grandes datos que las empresas podrán procesar mediante análisis avanzados con el objetivo de crear algoritmos predictivos y sistemas automatizados que les permitan mejorar su rendimiento termodinámico, aumentar drásticamente su productividad y reducir casi a cero los costes marginales en toda la cadena de valor.

Cisco Systems prevé que, en 2022, el «Internet de todo» supondrá 14,4 billones de dólares en ahorro de costes y en ingresos.[12] Un estudio de General Electric publicado en noviembre de 2012 concluye que las mejoras en cuanto a eficiencia y productividad que supondría un Internet industrial inteligente podrían extenderse a prácticamente todos los sectores económicos en 2025 y tener un fuerte impacto en «la mitad de la economía mundial». Pero cuando realmente empezamos a entender el potencial productivo de establecer la primera infraestructura inteligente de la historia es al examinar

cada industria o sector por separado. Por ejemplo, en el sector de la aviación comercial, una simple mejora del 1 % en la eficiencia del combustible, basada en el análisis de grandes datos para mejorar el tráfico y el mantenimiento y la reparación de los aviones, supondría un ahorro de 30.000 millones de dólares en un período de quince años.[13]

El campo de la sanidad ofrece otro ejemplo muy claro del potencial productivo que supone la conexión al Internet de las cosas. El gasto en sanidad supone un 10 % del PIB mundial —7,1 billones de dólares en 2011— y el 10 % de esta cantidad, unos 731.000 millones de dólares al año, «se malgasta a causa de ineficiencias en el sistema». Además, según el estudio de General Electric, el 59 % de las ineficiencias sanitarias, equivalentes a 429.000 millones de dólares, se podrían resolver por medio de un Internet industrial. El mismo estudio concluye que la retroalimentación basada en grandes datos y el empleo de análisis avanzados, algoritmos predictivos y sistemas de automatización podrían reducir el gasto del sector sanitario mundial en un 25 %, lo que supondría un ahorro de 100.000 millones de dólares al año. Una simple reducción de un 1 % supondría un ahorro de 4.200 millones al año, o de 63.000 millones en un período de quince años.[14] Si extrapolamos estas mejoras de la eficiencia del 1 % al 2, al 5 o al 10 % en todos los sectores además de la aviación y la sanidad, la magnitud del cambio económico se hace más que evidente.

La expresión «Internet de las cosas» fue acuñada en 1995 por Kevin Ashton, uno de los fundadores del Auto ID Center del MIT. La idea quedó aparcada durante unos años, en parte porque el coste de los sensores y activadores que había que incluir en las «cosas» aún era relativamente elevado. Pero entre 2012 y 2013 el coste de los chips RFID (siglas en inglés

de «identificación por radiofrecuencia»), que se usan para el seguimiento de objetos, se redujo en un 40 % y el coste actual de estas etiquetas electrónicas no llega a 10 centavos la unidad.[15] Por otro lado, no necesitan una fuente interna de energía porque transmiten datos utilizando la energía de las señales de radio que las «interrogan». En los últimos cinco años, también ha caído entre un 80 y un 90 % el precio de dispositivos MEMS (siglas en inglés de «sistemas microelectromecánicos») como giroscopios, sensores de presión o acelerómetros.[16]

Otro impedimento para la implementación del IdC ha sido el protocolo de Internet IPv4, que solo permite 4.300 millones de direcciones únicas en Internet (cada dispositivo conectado a Internet debe tener una dirección única). Con la mayor parte de las direcciones IP prácticamente agotadas por los más de 2.000 millones de personas que hoy se conectan a la red, quedan pocas direcciones disponibles para conectar millones —y más adelante billones— de cosas a Internet. No hace mucho, la Internet Engineering Task Force ha desarrollado una versión nueva de este protocolo —IPv6— que amplía a unos impresionantes 340 sextillones la cantidad de direcciones IP disponibles, más que suficientes para los dos billones de dispositivos que se espera se conecten a Internet en los próximos diez años.[17]

Nick Valéry, columnista de *The Economist*, ha desglosado estos números tan inconcebibles para que los pueda entender el ciudadano corriente. Para llegar a los dos billones de dispositivos conectados a Internet en menos de diez años, bastará que cada persona tenga «1.000 "cosas" suyas hablando con Internet».[18] En las economías desarrolladas, la mayoría de las personas poseen de 1.000 a 5.000 cosas.[19] Puede que este

número parezca desproporcionado, pero si empezamos a mirar por la casa, el garaje, el automóvil y la oficina y nos ponemos a contar todas las cosas que poseemos, desde libros hasta cepillos de dientes eléctricos, tarjetas electrónicas de empleado, mandos a distancia o edificios, el número total será sorprendente. Muchas de esas cosas estarán etiquetadas electrónicamente en la próxima década e Internet las conectará con otras.

Valéry también nos señala varios problemas importantes pendientes de resolver que entorpecen el despliegue del IdC y que hasta pueden llegar a impedir su aceptación por parte del público:

> Estas cuestiones son: ¿quién asigna el identificador? ¿Dónde y cómo se puede acceder a la información de la base de datos? ¿Cómo se protege la información del chip y de la base de datos? ¿Qué marco legal define y regula las responsabilidades?

Valéry también hace la siguiente advertencia:

> No prestar la atención debida a estas cuestiones podría poner en peligro toda información personal o empresarial asociada a dispositivos conectados a Internet. Si esto ocurriera por ignorancia o descuido, el Internet de las cosas podría tener las alas cortadas antes de echar a volar.[20]

La conexión entre todas las personas y todas las cosas en una neurorred mundial sacará a la humanidad de la edad de la privacidad, una característica que define la modernidad, y la introducirá en la edad de la transparencia. Aunque ahora vemos la privacidad como un derecho fundamental, la verdad es que nunca lo había sido. Durante toda la historia de la humanidad anterior a la Edad Moderna, la vida de una persona era más o menos pública, como sucede con casi todas las especies sociales. No hace tanto, en el siglo XVI, las personas que siempre vagaban a solas durante el día o se ocultaban de

noche, eran tenidas por poseídas. En casi todas las sociedades conocidas anteriores a la Edad Moderna, la gente, además de dormir apiñada en la misma estancia, solía realizar en público actividades como bañarse, orinar y defecar, e incluso mantener relaciones sexuales.

La gente no empezó a recluirse tras una puerta cerrada hasta los inicios de la era capitalista. La vida burguesa era un asunto privado. Aunque la gente presentaba una imagen pública, gran parte de su vida cotidiana se desarrollaba en espacios cerrados. En las viviendas, esto se tradujo en tener habitaciones separadas para distintas funciones: salas de música, salones, bibliotecas, etc. Y, por primera vez, la gente empezó a dormir sola en camas o dormitorios separados.

El «acotamiento» y la «privatización» de la vida humana reflejaban el acotamiento y la privatización del procomún. En el nuevo mundo de las relaciones basadas en la propiedad privada, donde todo se reducía a «lo mío» y «lo tuyo», la noción de un ser humano autónomo rodeado de sus posesiones y separado del resto del mundo cobró vida propia. El derecho a la privacidad se acabó convirtiendo en el derecho a excluir. La privacidad del hogar era consecuencia de la privatización de la vida. Las generaciones siguientes acabaron viendo la privacidad como una cualidad intrínseca y natural del ser humano en lugar de verla como una simple convención social propia de un momento concreto de la historia.

Hoy en día, la evolución del Internet de las cosas está arrancando las capas de «acotamiento» que convertían la privacidad en algo sagrado, en un derecho tan inalienable como el derecho a la vida, a la libertad o a la búsqueda de la felicidad. Para los jóvenes que han crecido en un mundo totalmente interconectado y que anuncian y comparten cada momento de su vida en Facebook, Twitter, YouTube, Instagram

y muchas otras redes sociales, la privacidad ha perdido gran parte de su atractivo. Para ellos, la libertad no está ligada a la autonomía y la exclusión, sino a disfrutar del acceso a los demás y de la inclusión en una virtual plaza pública mundial. Las nuevas generaciones se caracterizan por la transparencia, por actuar en colaboración, por expresarse personalmente mediante la producción colaborativa en redes de escala lateral.

Está por ver si las generaciones futuras que vivan en un mundo cada vez más interconectado —con todas las personas y todas las cosas integradas en el IdC— se preocuparán mucho por la privacidad.

Aun así, en la larga transición de la era capitalista a la Edad Colaborativa, las cuestiones relacionadas con la privacidad seguirán teniendo una importancia fundamental y, en gran medida, determinarán la velocidad de la transición y las sendas que lleven al siguiente período de la historia.

La cuestión fundamental es la de los límites que habrá que establecer para garantizar la protección del derecho a la privacidad cuando todas las personas y todas las cosas estén interconectadas. El problema es que habrá terceros que tendrán acceso al flujo de datos del IdC y que, armados de conocimientos informáticos muy sofisticados, podrán penetrar en cada nivel del sistema nervioso global en busca de nuevas maneras de explotar este medio para sus propios fines. Los ciberladrones pueden robar identidades personales para su propio provecho, los responsables de las redes sociales pueden vender datos a terceros para aumentar sus beneficios y los agentes políticos pueden pasar información vital a Gobiernos extranjeros. Siendo así, ¿cómo podemos garantizar un flujo de datos abierto y transparente que beneficie a todo el mundo y que, al mismo tiempo, garantice que la información relativa a cada aspecto de nuestra vida no se use sin nuestra autorización

y en contra de nuestros deseos poniendo en peligro o menoscabando nuestro bienestar?

La Comisión Europea ya ha empezado a abordar estas cuestiones. En 2012 puso en marcha un proceso intensivo de consulta de tres meses de duración en el que participaron más de 600 dirigentes de organizaciones empresariales, entidades académicas y asociaciones civiles en busca de políticas «que fomenten un desarrollo dinámico del Internet de las cosas en el mercado único digital y que, al mismo tiempo, garanticen la protección adecuada y la confianza de los ciudadanos de la UE».[21]

La Comisión estableció un principio general que guiara la evolución futura del Internet de las cosas:

> En general, consideramos que la privacidad y la protección de datos y la seguridad de la información son requisitos obligatorios para los servicios del IdC. En particular se considera que la seguridad de la información consiste en preservar la integridad, la confidencialidad y la disponibilidad (ICD) de la información. También consideramos que la seguridad de la información se percibe como un requisito básico para el suministro de servicios IdC a la industria, de modo que esta seguridad esté garantizada para cada organización y también por el bien de la ciudadanía.[22]

Con el fin de impulsar estas protecciones y garantías, la Comisión propuso que se implementaran mecanismos:

> para garantizar que no se apliquen tratamientos no deseados a los datos personales y que las personas reciban información sobre esos tratamientos, sus fines y la identidad de quien los efectúe, y sobre la forma de ejercer sus derechos. Al mismo tiempo, quien realice estos tratamientos deberá atenerse a los principios de la protección de datos.[23]

La Comisión también propuso una serie de medios técnicos para proteger la privacidad de los usuarios, incluyendo

tecnologías para garantizar la protección de sus datos. La Comisión concluyó con la declaración de que «se debería garantizar que las personas conserven el control sobre sus datos personales y, asimismo, que los sistemas IdC ofrezcan una transparencia suficiente para que las personas puedan ejercer con eficacia los derechos sobre sus datos».[24]

A nadie se le escapa la dificultad de pasar de la teoría a la práctica cuando se trata de garantizar a todo el mundo el derecho a controlar sus datos y a disponer de ellos en una era caracterizada por la transparencia, la colaboración y la inclusión. Aun así, es evidente que si no se alcanza un equilibrio adecuado entre la transparencia y el derecho a la privacidad, es probable que la evolución del Internet de las cosas se retrase o, peor aún, que no acabe de arrancar y frustre la llegada de una Edad Colaborativa. (Las cuestiones relacionadas con la privacidad, la seguridad, el acceso y el control se irán tratando más a fondo a lo largo del libro.)

Aunque la posibilidad de conectar a todas las personas y todas las cosas en una gran neurorred mundial da un poco de miedo, también es una idea apasionante y liberadora que abre para nuestra coexistencia en la Tierra unas posibilidades que apenas podemos vislumbrar en los inicios de esta nueva era de la historia humana.

El mundo de la empresa está agrupando sus recursos con la mayor rapidez, resuelto a obtener valor de una revolución tecnológica cuyos efectos pueden igualar e incluso superar a los de la aparición de la electricidad en los albores de la Segunda Revolución Industrial. En 2013, la Intelligence Unit del semanario *The Economist* publicó el primer informe empresarial a escala global sobre la «revolución silente» que está empezando a cambiar la sociedad. *The Economist* encuestó

a dirigentes empresariales de todo el mundo, con especial hincapié en sectores clave: financiero, sanidad, manufactura, industria farmacéutica, energía y recursos naturales, biotecnología, tecnología e informática, y sector inmobiliario y construcción.

El informe empezaba observando que la rápida caída de los costes tecnológicos y los adelantos más recientes en campos complementarios como las comunicaciones móviles y la informática «en la nube», junto con el creciente apoyo de los Estados, está situando al IdC en el centro de la economía mundial. Un 38 % de los encuestados dijeron que el IdC tendría un «impacto muy importante en la mayoría de los mercados y sectores» en un plazo de tres años, y otro 40 % dijeron que tendría «cierto impacto en algunos mercados o sectores». Solo el 15 % de los encuestados dijeron que el IdC «solo tendría un impacto grande en un número pequeño de actores globales».[25] Hoy en día, más del 75 % de las empresas globales están probando o utilizando en mayor o menor medida el IdC en sus negocios, y dos de cada cinco directivos del máximo nivel encuestados reconocían mantener «una reunión o conversación formal sobre el IdC al menos una vez al mes».[26]

Igualmente interesante es el hecho de que un 30 % de los encuestados afirmaron que el IdC «abrirá nuevas vías de ingresos para productos y servicios ya existentes». Para un 29 %, el IdC «inspirará nuevas prácticas laborales o nuevos procesos comerciales». Un 23 % dijeron que el IdC «cambiará nuestro modelo empresarial o nuestra estrategia comercial». Por último, para un 23 % de los encuestados el IdC «dará lugar a una nueva oleada de innovación». Lo más revelador fue que más del 60 % de los encuestados estuvieron de acuerdo en que

«las empresas que tarden en integrarse al IdC acabarán cediendo ante la competencia».[27]

El principal mensaje que se desprende del informe de *The Economist* es que la mayoría de los dirigentes empresariales están convencidos de que los potenciales aumentos de la productividad derivados de utilizar el Internet de las cosas en la cadena de valor, son tan atractivos y tan disruptivos para los métodos antiguos de hacer negocios que no quedará otra opción salvo intentar llevar la delantera a la hora de integrar sus operaciones comerciales en la plataforma IdC.

Con todo, el IdC es una espada de doble filo. La presión para aumentar, por una parte, la eficiencia termodinámica y la productividad y, por otra, para reducir los costes será irresistible. Las empresas que no tomen la delantera aprovechando este potencial de productividad se quedarán atrás. Pero el aumento implacable de la productividad generado por una fuerza inteligente que operará en cada eslabón de la infraestructura TIR, hará que el coste marginal de generar electricidad verde y de producir y entregar toda una gama de bienes y servicios se acerque a cero en un plazo de veinticinco años. La evolución del Internet de las cosas probablemente será similar a la que ha seguido la World Wide Web desde su nacimiento en 1990 hasta ahora, con una curva exponencial que ha provocado una caída en picado de los costes de producir y enviar información.

Curvas exponenciales

Hay que reconocer que estas afirmaciones pueden parecer exageradas hasta que examinamos con detalle el significado de la palabra *exponencial*. Recuerdo que, cuando tenía unos trece años, un amigo me propuso una interesante elección hipotética. Me preguntó si aceptaría un millón de dólares «a tocateja» o si

preferiría cobrar un dólar el primer día e ir doblando la cantidad cada día durante un mes. De entrada le dije, «estarás de broma [...] cualquiera que no esté mal de la cabeza se quedará con el millón». Mi amigo contestó: «Haz el cálculo y verás». Así que cogí lápiz y papel y, a partir del dólar inicial, fui doblando cada día la cantidad recibida el día anterior; al cabo de 31 días, el total ascendía a más de mil millones de dólares. Me quedé estupefacto.

El crecimiento exponencial es engañoso porque no se lo ve venir. Al decimoquinto día, la duplicación de la cantidad del día anterior solo ascendía a 16.384 dólares y yo seguía convencido de que había tomado la decisión correcta al optar por el millón de dólares al contado. Al cabo de seis días más, la cifra ya superaba el millón de dólares. Los diez días siguientes me dejaron sin habla. Y el último día la cifra superaba los mil millones de dólares. Así es como me inicié en los secretos del crecimiento exponencial.

A la mayoría de la gente le cuesta captar el crecimiento exponencial porque está acostumbrada a pensar en términos lineales. El concepto mismo había recibido muy poca atención por parte del público hasta que Gordon Moore, cofundador de Intel, el principal fabricante de circuitos integrados del mundo, observó un fenómeno muy curioso que describió en un artículo hoy famoso publicado en 1965. Moore observó que el número de componentes de los circuitos integrados se había doblado cada año desde su invención en 1958:

> Para unos costes mínimos de los componentes, la complejidad se ha multiplicado aproximadamente por dos cada año. Sin duda, cabe esperar que este aumento se mantenga, o incluso aumente, a corto plazo.[28]

En 1975, Moore modificó su previsión anterior y dijo que la duplicación se produciría cada dos años. Su predicción se fue

cumpliendo durante treinta y siete años más, pero algunos científicos han afirmado hace poco que el ritmo de esta duplicación será cada vez más lento. Según el físico Michio Kaku, esto ya está sucediendo y, al menos para los circuitos integrados basados en el silicio, la llamada «ley de Moore» ya no será válida dentro de diez años. Previendo esta posibilidad, Intel está empezando a introducir procesadores 3D con la esperanza de alargar un poco más este proceso de duplicación.

Kaku señala que la capacidad de procesamiento que se puede lograr con la tecnología del silicio tiene un límite. Pero también añade que nuevas tecnologías como los chips 3D, los chips ópticos, el procesamiento en paralelo y, en el futuro, los procesadores moleculares e incluso cuánticos, seguramente harán que la capacidad de procesamiento siga aumentando de una manera exponencial durante mucho tiempo.[29]

Desde su formulación, la ley de Moore se ha observado en una gran variedad de tecnologías informáticas. La capacidad de almacenamiento de los discos duros está creciendo de una manera exponencial y la capacidad de las redes informáticas sigue una curva aún más pronunciada: la cantidad de datos que se pueden transmitir por una red de fibra óptica se duplica cada nueve meses aproximadamente.[30]

El factor exponencial ha hecho que el coste de procesar información haya ido cayendo durante más de cincuenta años. En la época de los primeros *mainframes* o grandes ordenadores el coste del procesamiento era prohibitivo para cualquier tipo de explotación comercial: los expertos creían que solo podrían sacar provecho de la nueva tecnología el ejército y algunos centros de investigación porque no habían tenido en cuenta el factor exponencial en el aumento de la capacidad y en la reducción de los costes de producción. La invención del circuito

integrado (o microchip) cambió el panorama. Si solo cincuenta años atrás un ordenador podía costar millones de dólares, hoy hay centenares de millones de personas con teléfonos móviles relativamente baratos con una capacidad de procesamiento mil veces mayor que el de los *mainframes* más potentes de los años sesenta.[31] En el año 2000, cada gigabyte de un disco duro costaba unos 44 dólares. En 2012, el coste por gigabyte había caído a siete centavos. En 2000, la descarga continua o *streaming* de un gigabyte de vídeo costaba 193 dólares; diez años más tarde, solo costaba tres centavos.[32]

Para entender plenamente el significado y la importancia de la curva exponencial en la capacidad de procesamiento y en la reducción de los costes, consideremos lo siguiente: el primer ordenador fabricado en serie para empresas que tuvo éxito comercial fue el IBM 1401 —con frecuencia llamado el Modelo T de la industria informática— que salió al mercado en 1959. La máquina medía un metro y medio de altura y tenía 4,096 bytes de memoria. Podía hacer 193.000 sumas de números de ocho dígitos en 60 segundos. Alquilar un IBM 1401 costaba 30.000 dólares al año.[33] En 2012, el ordenador más barato del mundo, el Raspberry Pi, salió al mercado por 25 dólares.[34] Desde entonces, la Raspberry Pi Foundation ha recibido una avalancha de pedidos de clientes del primer mundo y de países en desarrollo.

Los teléfonos móviles de hoy pesan muy poco, caben en un bolsillo y cuestan unos centenares de dólares. A veces hasta pueden salir gratis si el cliente contrata los planes más caros. Pero tienen miles de veces más memoria RAM que el superordenador Cray-1A de finales de los años setenta, que costaba cerca de nueve millones de dólares y pesaba casi cinco

toneladas y media.[35] En resumen, el coste marginal de la potencia informática se está acercando a cero.

La curva exponencial que ha seguido la informática ha cambiado radicalmente nuestra manera de vivir. Como he dicho antes, gran parte de la humanidad se interconecta a través de la red mundial para compartir información, películas y series, noticias y conocimientos de una manera prácticamente gratuita. Estas personas ya forman parte de la sociedad de coste marginal cero.

La curva exponencial ha traspasado las fronteras del mundo de la informática y se ha convertido en un patrón para medir el éxito económico en toda una gama de tecnologías y para medir el rendimiento de las inversiones de capital y el éxito comercial.

Energía gratuita

Donde más se habla hoy del crecimiento exponencial es en el sector de las energías renovables. Muchos de los actores principales en este sector proceden de la informática y de Internet y aplican su saber al nuevo paradigma energético porque han observado dos paralelismos muy reveladores entre los dos campos.

En primer lugar, la capacidad de captación de energías renovables está siguiendo su propia curva de crecimiento exponencial en el caso de la energía solar y eólica, y se espera que suceda lo mismo con la bioenergía, la energía geotérmica y la energía hidráulica. Como en el caso de la industria informática, el sector de las energías renovables ha tenido que hacer frente a unos costes iniciales elevados para investigar, desarrollar y sacar al mercado cada nueva generación de tecnología. Las empresas del sector también se ven obligadas a ir dos o tres generaciones por delante de sus competidoras y a

saber cuándo es el momento oportuno de introducir innovaciones en el mercado para no sucumbir ante la fuerza de este crecimiento exponencial. Varios líderes del mercado se han ido a pique en los últimos años por haberse quedado anclados en tecnologías antiguas o no haber podido seguir el ritmo de las innovaciones. Muchos analistas del sector creen que, dentro de quince años, la tecnología para captar energía solar y eólica a pequeña escala será tan barata como lo son hoy los ordenadores portátiles y los teléfonos móviles.

En segundo lugar, y como sucedió con el Internet de las comunicaciones —un coste inicial muy elevado para crear la infraestructura y un coste marginal mínimo para producir y distribuir información—, el coste inicial de construir un Internet de la energía también es considerable y el coste marginal de producir cada unidad de energía solar o eólica es casi nulo. Y como ha sucedido con la información, las energías renovables serán prácticamente gratuitas una vez descontados los costes fijos de investigación, desarrollo e implementación.

Las tecnologías de Internet y de las energías renovables están empezando a fusionarse para crear un Internet de la energía que cambiará el modo de generar y distribuir energía en la sociedad. En la era que ahora empieza, centenares de millones de personas producirán su propia energía renovable en hogares, oficinas y fábricas y compartirán electricidad verde en un Internet de la energía del mismo modo que hoy generan y comparten información. Cuando las comunicaciones por Internet gestionen esta energía verde, cada persona se convertirá en su propia fuente de energía tanto en un sentido figurado como literal. La creación de un régimen de energías renovables que alimenten edificios, se almacenen parcialmente en forma de hidrógeno, se distribuyan por un Internet de la electricidad y alimenten medios de transporte de emisión cero,

establecerá un mecanismo que permitirá a miles de millones de personas compartir energía con un coste marginal cercano a cero en un mundo IdC.

La curva exponencial en la generación de las energías renovables ha despertado un interés enorme en la comunidad científica. En 2011, la revista *Scientific American* publicó un artículo que se preguntaba si la Ley de Moore se aplicaba a la energía solar y, en caso de ser así, si se podría dar un cambio de paradigma en el campo de la energía similar al que se ha dado en el campo de la informática. La respuesta es un sí rotundo.

El impacto en la sociedad aún será más pronunciado si se tiene en cuenta el inmenso potencial del Sol como fuente de energía. Cada 88 minutos la Tierra recibe 470 exajulios de energía solar, la misma cantidad de energía que consume la humanidad en un año. Si solo captáramos una décima parte del 1 % de la energía que llega del Sol, obtendríamos seis veces la energía que hoy consume la economía mundial.[36]

A pesar de que el Sol es la fuente universal de la que se derivan los combustibles fósiles y otras fuentes de energía, la energía solar supone menos del 0,2 % del total de la energía actual porque, hasta hace poco, su captación y distribución era muy cara. Pero ya no es así. Según Richard Swanson, fundador de SunPower Corporation, la capacidad de captar energía solar se duplica siguiendo la misma ley que Moore enunció para los circuitos integrados y el precio de las células fotovoltaicas tiende a reducirse en un 20 % cada vez que se dobla la capacidad. De hecho, los precios de las células fotovoltaicas basadas en cristal de silicio han caído de una manera espectacular: de 60 dólares/vatio en 1976 a 0,66 dólares/ vatio en 2013.[37]

Las células fotovoltaicas están captando cada vez más energía a un coste cada vez menor. En el laboratorio, la eficiencia solar de las células de triple unión ha llegado al 41 % y la de las células de película delgada ha llegado al 20 %.[38]

Si esta tendencia continúa al ritmo actual —y la mayoría de los estudios indican una aceleración exponencial— en 2020 el precio de la energía solar será comparable al precio medio de la electricidad de hoy, y en 2030 costará la mitad de lo que hoy cuesta la electricidad generada con carbón.[39]

En Alemania, el mercado eléctrico ya está empezando a reflejar el impacto de las energías renovables con un coste marginal cercano a cero. En 2013, el 23 % de la electricidad en Alemania era verde y se espera que en 2020 ese porcentaje llegue al 35 %.[40] El problema es que a ciertas horas del día la energía solar y eólica que llega a la red supera la demanda y esto se traduce en unos precios negativos. Pero este fenómeno no se da únicamente en Alemania: el precio de la electricidad también puede llegar a ser negativo en lugares tan diversos como Sicilia o Texas.[41]

Estamos ante una realidad totalmente nueva en el mercado de la electricidad que augura un futuro en el que las energías renovables representarán un porcentaje cada vez mayor de la electricidad generada. Los precios negativos alteran todo el sector energético. Las compañías eléctricas se ven obligadas a frenar la construcción de centrales térmicas porque ya no pueden garantizar el rendimiento de la inversión necesaria. En Alemania, construir una central térmica de gas o carbón costaría mil millones de dólares, pero no podría funcionar a pleno rendimiento y solo se podría amortizar los días sin viento ni sol porque las energías renovables invaden la red. Esto prolongaría el tiempo necesario para su amortización y haría

inviable invertir en su construcción. En resumen, las energías renovables ya empiezan a «sacar» de la red a las centrales térmicas basadas en combustibles fósiles incluso en una etapa tan temprana de la nueva revolución industrial.[42]

Las grandes empresas energéticas están acusando mucho el crecimiento exponencial de las energías renovables. Según un informe sobre la energía en el mundo publicado por BP en 2011, la generación de energía solar había aumentado un 73,3 % aquel año hasta llegar a 63,4 gigavatios: diez veces más que cinco años antes.[43] Durante los últimos veinte años, la capacidad solar instalada se ha ido doblando cada dos años en un proceso de crecimiento que no parece tener fin.[44]

También acusa este fenómeno el sector eléctrico de los Estados Unidos, donde la transición a las energías verdes ha tenido menos peso que en Europa. David Crane, presidente y consejero delegado de NGR Energy, comentó en noviembre de 2011 que, «en los últimos dos años, el coste final de la energía fotovoltaica ha caído a la mitad y NGR calcula que el coste volverá a reducirse a la mitad en los próximos dos años, haciendo que la energía solar sea más barata que la electricidad actual en cerca de veinte estados». Está claro que esto revolucionará el sector energético.[45]

Igual que la radiación solar, el viento es omnipresente y sopla en todas partes aunque su fuerza y frecuencia puedan variar. Un estudio realizado por la Universidad de Stanford sobre la capacidad eólica mundial concluyó que si se captara un 20 % del viento disponible se podría generar siete veces más electricidad de la que consume actualmente toda la economía mundial.[46] La capacidad eólica ha ido creciendo exponencialmente desde principios de los años noventa y en muchas regiones del mundo ya se ha puesto a la altura de la

electricidad generada con combustibles fósiles y energía nuclear. En los últimos veinticinco años, el rendimiento de las turbinas eólicas y los aerogeneradores se ha multiplicado por cien y la capacidad media por generador ha crecido más de un 1.000 %. Este aumento del rendimiento y de la productividad ha reducido significativamente los costes de producción, instalación y mantenimiento y ha supuesto un índice de crecimiento de más del 30 % anual entre 1998 y 2007, equivalente a doblar la capacidad cada dos años y medio.[47]

Los contrarios a las energías renovables sostienen que los subsidios que reciben estas energías en forma de tarifas de introducción a la red eléctrica mantienen de una manera artificial su curva de crecimiento. La verdad es que además de acelerar su adopción y su extensión, estas subvenciones también fomentan la innovación y la competencia que aumentan a su vez la eficiencia de estas tecnologías y reducen los costes de instalación y producción. En un país tras otro, la energía fotovoltaica se acerca al nivel de la energía convencional basada en combustibles fósiles y nucleares, y los Gobiernos empiezan a reducir cada vez más las tarifas. Por otro lado, aunque los métodos convencionales de generar energía no se hallan en su mejor momento, siguen recibiendo muchas más subvenciones que las energías renovables.

Un estudio realizado por el Energy Watch Group predice cuatro escenarios diferentes para la cuota de mercado de las nuevas instalaciones para la captación de energía solar y eólica, y calcula una cuota del 50 % en 2033, aunque un cálculo más optimista predice la misma cuota para 2017.[48] Las energías solar y eólica parecen acercarse de una manera irreversible a un coste marginal casi nulo y es muy probable que la energía geotérmica, la energía marina basada en las mareas y el oleaje,

y la bioenergía, también sigan un crecimiento exponencial en la próxima década, con lo cual todas las energías renovables seguirían una curva de crecimiento exponencial en la primera mitad del siglo XXI.

Aun así, los poderes fácticos no dejan de rebajar sus previsiones sobre la cuota futura de las energías renovables en el mercado energético mundial, en parte porque, como ya sucedió con la industria de las telecomunicaciones y la informática durante los años setenta, no tienen en cuenta el poder transformativo de las curvas exponenciales, ni siquiera frente a las pruebas de este poder que se han ido acumulando durante decenios.

Ray Kurzweil, empresario e inventor del MIT que hoy dirige el Departamento de Ingeniería de Google y que ha dedicado su vida a estudiar el impacto tan disruptivo que ha tenido el crecimiento exponencial en las TIC, hizo unos cálculos referidos únicamente a la energía solar. Basándose en los últimos veinte años de duplicaciones, Kurzweil llegó a la conclusión de que «cuando después de ocho duplicaciones más estemos captando del Sol toda la energía necesaria en el mundo, solo estaremos aprovechando una diezmilésima parte de la luz solar que recibe la Tierra».[49] Puesto que ocho duplicaciones más solo suponen dieciséis años, entraremos en la era de la energía solar hacia 2028.

Puede que Kurzweil se exceda un poco en su optimismo. Mi opinión es que, de no surgir imprevistos, el 80 % de la energía que generemos será renovable antes de 2040.

Acercarse cada vez más a cero

Los escépticos afirman, no sin razón, que nada de lo que intercambiamos llega a ser totalmente gratuito. Después de que el IdC esté totalmente pagada y conectada, siempre habrá algún

coste relacionado con la generación y la distribución de información y energía. Esta es la razón de que siempre diga «casi a cero» cuando hago referencia al coste marginal de la información, la energía verde y los bienes y servicios.

Aunque los costes marginales de la información ya son minúsculos, se está intentando reducirlos aún más para que lleguen prácticamente a cero. Se calcula que los proveedores de servicios de Internet que conectan los usuarios a la red obtuvieron unos ingresos de 196.000 millones de dólares en 2011.[50] Esto supone un coste muy bajo para conectar casi el 40 % de la humanidad y la totalidad de la economía mundial.[51] Además de pagar a los proveedores, todo el mundo que hace uso de Internet paga la electricidad usada para enviar y recibir información. Se calcula que el envío por la red de un megabyte de información solo cuesta 0,001 dólares.[52] Pero los megabytes se van sumando. Internet consume hasta el 1,5 % de la electricidad mundial con un coste total de 8.500 millones de dólares, de nuevo un coste bajo para gozar de una comunicación a escala mundial.[53] A modo de ejemplo, es lo mismo que costaría construir cuatro o cinco casinos en Las Vegas. Aun así, el aumento constante de la interconectividad y de la potencia de los equipos informáticos también repercute en el consumo eléctrico; por ejemplo, Google consume la misma electricidad que 200.000 viviendas.[54]

Gran parte de la electricidad se destina a servidores y centros de datos de todo el mundo. En 2011, y solo en los Estados Unidos, la electricidad consumida por servidores y centros de datos tuvo un coste aproximado de 7.500 millones de dólares.[55] El Gobierno federal ha pasado de tener 432 centros de datos en 1998 a tener 2.094 en 2010.[56] En 2011 había en todo el planeta más de 509.000 centros de datos que

ocupaban 26,5 millones de metros cuadrados, una superficie equivalente a 6.000 campos de fútbol.[57] Puesto que la mayor parte de la energía eléctrica consumida por los equipos informáticos de estos centros se transforma en calor, aún hace falta más electricidad para refrigerar los equipos. De hecho, entre el 25 y el 50 % de la electricidad se destina a refrigerar las instalaciones.[58]

También se malgasta una gran cantidad de electricidad cuando los servidores están a la espera sin realizar ninguna actividad. La consultora McKinsey calculó que, por término medio, los servidores de los centros de datos solo dedican a su actividad de un 6 a un 12 % de la electricidad que consumen; el resto se pierde mientras se encuentran en compás de espera.[59] Se están aplicando sistemas para reducir el consumo de electricidad cuando los sistemas estén en espera o para que funcionen a una frecuencia menor y con menos voltaje. Ralentizar los cálculos en sí también ahorra energía. Otro método para lo que se denomina «informática adaptable a la energía» se basa en reducir la necesidad de electricidad minimizando el sobrediseño y el derroche en la construcción y la operación de los equipos.[60]

La reducción de los costes energéticos de los centros de datos acabará basándose en alimentar las instalaciones con energía renovable. Aunque los costes fijos iniciales de este proceso serán importantes, el período de amortización se irá reduciendo porque los costes de construir las instalaciones seguirán cayendo. Y cuando las instalaciones y tecnologías para la generación de energía funcionen a pleno rendimiento, el coste marginal de generar electricidad será casi nulo y la electricidad será prácticamente gratuita. Esta realidad no ha

pasado desapercibida a los responsables de los grandes centros de datos.

En 2012, Apple anunció que su nuevo y enorme centro de datos de Carolina del Norte estará alimentado por un gran complejo de energía fotovoltaica de 20 megavatios y que además contará con un sistema de 5 megavatios alimentado por biogás para compensar la intermitencia de la energía solar y garantizar un suministro de electricidad constante y fiable.[61] El centro de datos de McGraw-Hill en East Windsor, Nueva Jersey, estará alimentado por un parque solar de 14 megavatios. Otras empresas prevén la construcción de instalaciones similares para que sus centros de datos funcionen con energías renovables.[62]

Apple también está instalando en su centro de datos un sistema de refrigeración sin coste que durante la noche hará pasar el aire frío exterior a un intercambiador de calor para enfriar el agua utilizada en la refrigeración de los sistemas.[63] Alimentar los centros de datos mediante energías renovables generadas in situ con un coste marginal casi nulo reducirá drásticamente el coste de la electricidad de un Internet mundial de las cosas y nos acercará cada vez más a una organización de la actividad económica basada en una electricidad casi gratuita.

Reducir el coste de la electricidad para los centros de datos supone una reducción en el coste de almacenar datos, un componente cada vez más importante de la gestión de la información. Y el volumen de los datos se está multiplicando con más rapidez que la capacidad de las unidades de disco duro para almacenarlos.

Hay investigadores que están experimentando con una forma totalmente nueva de almacenar datos que, a la larga, podría reducir el coste marginal casi a cero. En enero de 2013,

científicos del European Bioinformatics Institute de Cambridge, Inglaterra, anunciaron un método revolucionario para almacenar cantidades ingentes de datos electrónicos que consiste en insertarlos en ADN sintético. Dos de ellos, Nick Goldman y Ewan Birney, codificaron cinco archivos con este método, incluyendo una grabación en formato MP3 del discurso «I have a dream» de Martin Luther King Jr., un artículo de James Watson y Francis Crick describiendo la estructura del ADN y las obras teatrales y los sonetos de Shakespeare, traduciendo los unos y ceros de la información digital a las letras que forman el código del ADN para crear cadenas de ADN sintético. Luego, unas máquinas especializadas leyeron las moléculas de ADN y recuperaron la información original.[64]

Este método innovador ofrece la posibilidad de almacenar cantidades de información prácticamente ilimitadas. Según George Church, investigador de Harvard, la información que hoy se almacena en todas las unidades de disco del mundo se podría almacenar en una cadena de ADN que cabría en la palma de la mano. Los investigadores añaden que los datos en forma de ADN se pueden conservar durante siglos siempre que se mantengan en un medio oscuro y fresco.[65]

Hoy por hoy, el coste de leer el código es elevado y se tarda mucho tiempo en decodificar la información. Pero los investigadores confían en que la bioinformática también irá avanzando de una manera exponencial y que el coste marginal se acercará a cero en los próximos decenios.

Ya se empieza a vislumbrar una matriz de comunicación/energía con un coste marginal cercano a cero para la Edad Colaborativa. La tecnología necesaria para que esto se haga realidad ya se está utilizando. En este momento, el objetivo es crecer y construir. Cuando comparamos los costes

cada vez más elevados de mantener la matriz de comunicación/energía de la Segunda Revolución Industrial basada en las energías fósiles y en unas telecomunicaciones centralizadas, con una matriz de comunicación/energía para la Tercera Revolución Industrial cuyos costes se están reduciendo de una manera espectacular, queda claro que el futuro se encuentra en la última. La información ya se está generando y compartiendo en Internet con un coste marginal casi nulo y lo mismo se puede decir de la energía solar y eólica para los millones de usuarios que la han adoptado.

Los partidarios a ultranza de los combustibles fósiles señalan que las arenas bituminosas y el gas de esquisto son fáciles de explotar y hacen innecesario el crecimiento de las energías renovables, al menos a corto plazo. Pero estos otros combustibles fósiles, que aún son más costosos, solo se introducen porque las reservas de crudo están menguando con la consiguiente subida del precio en el mercado mundial. La extracción de petróleo de arenas y rocas es muy cara comparada con el coste de perforar un pozo y dejar que el crudo brote a borbotones. Las arenas bituminosas ni siquiera son viables comercialmente si el precio del crudo baja de 80 dólares el barril, un precio que hace solo unos años se consideraba prohibitivo. En cuanto al gas de esquisto, si bien los precios actuales son bajos, los preocupantes informes que llegan de las explotaciones indican que la promesa de independencia que ofrece esta clase de gas ha sido exagerada por los mercados financieros y el sector energético. Cada vez hay más analistas que expresan su temor a que la fiebre del gas de esquisto, al igual que las fiebres del oro del siglo XIX, genere una burbuja peligrosa que pueda tener unas consecuencias muy perjudiciales para la economía estadounidense porque se ha

invertido demasiado y con demasiada rapidez en la explotación de este gas.[66]

Andy Hall, un operador de bolsa conocido en el gremio como «Dios» por la precisión de sus predicciones sobre las tendencias del mercado de futuros, sorprendió al sector en mayo de 2013 al decir que el gas de esquisto solo aumentará «temporalmente» la producción de energía. Hall comunicó a los inversores de su fondo de cobertura de 4.500 millones de dólares, Astenbeck, que aunque el gas de esquisto es muy abundante al principio, la producción disminuye con rapidez porque cada pozo solo tiene acceso a una parte muy pequeña de cada depósito. El rápido agotamiento de los depósitos de gas de esquisto actuales exige que los productores busquen continuamente depósitos de gas y perforen pozos nuevos, lo que aumenta el coste de producción. Según Hall, el resultado es que es «imposible mantener la producción [...] sin que se perforen pozos nuevos constantemente, [algo que supondría] unos precios más elevados». Hall no cree que la euforia en torno al gas de esquisto dure mucho.[67] La Agencia Internacional de la Energía (AIE) opina lo mismo. En su informe anual de 2013, la AIE decía que la producción de gas de esquisto llegará al máximo alrededor de 2020 y que luego se estabilizará y empezará a declinar a mediados de la misma década. El panorama para el gas de esquisto en los Estados Unidos aún pinta peor. La Energy Information Administration (EIA) del Departamento de Energía de los Estados Unidos prevé que solo habrá niveles elevados de gas de esquisto hasta finales de esta década (dentro de unos cinco años) y que luego se irán reduciendo.[68]

Lo que aún no se ha asumido es que el coste marginal de las energías fósiles nunca se va a acercar a cero, ni siquiera

remotamente. Pero el coste marginal de las energías renovables ya se está aproximando a cero para los millones de usuarios que han empezado a adoptarlas. Conseguir que todos los habitantes de la Tierra puedan generar energía verde y compartirla por el Internet de las cosas a un coste marginal tan reducido es el próximo gran objetivo de una civilización que está pasando de un mercado capitalista a un procomún colaborativo.

Capítulo 6

IMPRESIÓN EN 3D: DE LA PRODUCCIÓN PARA LAS MASAS A LA PRODUCCIÓN DE LAS MASAS

La naturaleza distribuida, colaborativa y de escala lateral del Internet de las cosas alterará de una manera radical la manera de manufacturar, comercializar y enviar productos en la era que se aproxima. Recordemos que las matrices de comunicación/energía de la primera y la segunda revoluciones industriales requirieron grandes inversiones de capital y una integración vertical para lograr economías de escala, además de una gestión centralizada que garantizara márgenes de beneficio y un rendimiento adecuado del capital invertido. Las instalaciones para manufacturación se han acabado sobredimensionando durante el último medio siglo de la Segunda Revolución Industrial. En China y en otros países en vías de desarrollo hay fábricas gigantescas que producen a unas velocidades y unos volúmenes inimaginables solo medio siglo atrás.

«Microinfofacturación»

Es probable que el modelo de fabricación que ha dominado la Segunda Revolución Industrial acabe cediendo terreno, al menos en parte, durante los próximos tres decenios. Ha aparecido en escena un nuevo modelo de manufacturación, el de la Tercera Revolución Industrial, que está creciendo de una manera exponencial junto con los otros componentes de la infraestructura IdC. Hoy hay centenares de empresas que fabrican productos físicos con un *software* parecido al que genera información en forma de vídeo, audio y texto. Este proceso recibe el nombre de impresión 3D y es el modelo de «manufacturación» que acompaña a la economía IdC.

Un *software* —con frecuencia de código abierto— dirige a una impresora que deposita capas de plástico o metal fundido —u otros materiales— hasta crear un objeto físico totalmente formado e incluso con partes móviles. Como el mal llamado «replicador» de la serie de televisión *Star Trek*, estas impresoras se pueden programar para crear una variedad infinita de productos. Hoy en día ya se están fabricando desde joyas hasta piezas de aviones o prótesis humanas con impresoras 3D. Y muchos aficionados adquieren impresoras 3D baratas para fabricar objetos y piezas por su cuenta. Los consumidores están empezando a dejar paso a los prosumidores a medida que más y más personas se convierten en productoras y consumidoras de sus propios productos.

La impresión 3D difiere en varios aspectos importantes de la manufacturación centralizada convencional.

En primer lugar, hay poca intervención humana aparte de la creación del *software*. Y dado que el *software* se encarga de todo, parece más pertinente describir este proceso como «infofacturación» en lugar de «manufacturación».

En segundo lugar, los «pioneros» de la impresión 3D han sentado las bases para que el *software* usado para programar impresoras 3D e imprimir productos físicos sea de código abierto para que los prosumidores compartan sus diseños en redes de usuarios de esta tecnología. Esta noción de diseño abierto concibe la producción como un proceso dinámico en el que miles —o hasta millones— de usuarios aprenden unos de otros colaborando en proyectos. La supresión de toda propiedad intelectual también reduce significativamente el coste de imprimir productos y otorga a la impresión 3D una ventaja sobre la fabricación tradicional que debe tener en cuenta el coste de innumerables patentes. Este modelo de

producción de código abierto ha impulsado el crecimiento exponencial de la impresión 3D.

Esta curva de crecimiento también se debe a la caída de los precios de las impresoras 3D. En 2002, Stratasys sacó al mercado la primera impresora 3D *low-cost* con un precio de 30.000 dólares.[1] Hoy se pueden adquirir impresoras 3D «de alta calidad» por solo 1.500 dólares.[2] Esta reducción de los precios sigue una curva muy parecida a la seguida por los ordenadores, los teléfonos móviles y las tecnologías para generar energía fotovoltaica y eólica. Según muchos analistas, en los próximos tres decenios las impresoras 3D estarán equipadas para producir objetos mucho más complejos a precios cada vez más baratos, haciendo que el coste marginal del proceso de infofacturación se acerque a cero.

En tercer lugar, la infofacturación se organiza de una forma totalmente distinta a la manufacturación de la primera y la segunda revoluciones industriales. La manufacturación tradicional en las fábricas es un proceso sustractivo. Las materias primas se someten a distintos tratamientos antes de la elaboración del producto final. Este proceso malgasta una cantidad importante de material que no acaba en el producto. Pero la impresión tridimensional es un proceso aditivo. El *software* se encarga de que el material fundido se añada capa tras capa hasta conseguir el producto final entero. La infofacturación aditiva solo utiliza una décima parte del material que se emplea en la manufacturación sustractiva, otorgando a la impresión 3D una ventaja muy clara en cuanto a eficiencia y productividad. En 2011, la infofacturación aditiva creció un sorprendente 29,4 %, superando el crecimiento histórico colectivo de la industria del 26,4 % en solo un año.[3]

En cuarto lugar, las impresoras 3D pueden imprimir sus propias piezas de recambio sin necesidad de invertir en piezas nuevas y caras ni sufrir retrasos por la espera. Con las impresoras 3D también se pueden crear productos a medida o en cantidades pequeñas por encargo y con un coste mínimo. Las fábricas centralizadas, con sus economías de escala que exigen mucho capital y sus caras líneas de producción fija diseñadas para la producción en serie, no tienen la agilidad necesaria para competir con un proceso de producción 3D que puede crear un solo producto a medida prácticamente al mismo coste por unidad que costaría producir 100.000 copias del mismo producto.

En quinto lugar, el movimiento de la impresión 3D está profundamente comprometido con una producción sostenible y hace hincapié en la durabilidad, el reciclaje y el uso de materiales no contaminantes. La noción de «sobreciclaje» de McDonough William y Michael Braungart —añadir valor al producto en cada etapa de su ciclo de vida— es inherente a la ecología de esta forma de producción.[4]

En sexto lugar, puesto que el IdC es distribuido, colaborativo y de escala lateral, los usuarios de impresoras 3D pueden abrir un negocio, conectarse a cualquier lugar donde exista una infraestructura TIR y disfrutar de unas eficiencias termodinámicas muy superiores a las de las fábricas centralizadas, con una productividad mucho mayor de la que se podía conseguir en la primera y la segunda revoluciones industriales.

Por ejemplo, un usuario de impresora 3D puede alimentar su «infofábrica» con energía renovable generada in situ o por alguna cooperativa local. En Europa y en otros lugares ya hay muchas pequeñas y medianas empresas que se unen en

cooperativas regionales de electricidad verde con el fin de aprovechar esta economía de escala lateral. El aumento de los costes de la energía centralizada basada en combustibles fósiles y en centrales nucleares otorga mucha ventaja a las pequeñas y medianas empresas que alimentan sus factorías con energías renovables cuyo coste marginal es casi nulo.

Los costes de marketing y de publicidad también caen en picado en la economía del IdC. Los elevados costes de este apartado en las dos primeras revoluciones industriales —en forma de publicidad en revistas, periódicos, televisión y radio— implicaban que solo las empresas más grandes que tenían operaciones integradas pudieran realizar campañas de publicidad dirigidas a mercados nacionales e internacionales, lo cual limitaba enormemente la presencia en el mercado de empresas más pequeñas.

En cambio, en la Tercera Revolución Industrial, un pequeño negocio de impresión 3D de cualquier parte del mundo puede anunciar sus productos infofacturados en un número cada vez mayor de sitios web dedicados al marketing global, y con un coste marginal casi nulo. Etsy es uno de los nuevos sitios web de marketing distribuido que reúnen a proveedores y usuarios en un mercado global con un coste marginal muy pequeño. Etsy fue fundada hace ocho años por un joven empresario social estadounidense llamado Rob Kalin. Actualmente hay 900.000 pequeños productores que anuncian sus productos en Etsy gratuitamente. Casi 60 millones de consumidores de todo el mundo visitan Etsy cada mes, con frecuencia tratando personalmente con los productores.[5] Por cada venta que se hace, Etsy cobra una comisión mínima a los productores. Esta forma de marketing de escala lateral sitúa a las empresas pequeñas en el mismo terreno de juego que las grandes

empresas y les permite llegar a un mercado mundial de usuarios con un coste mucho menor.

Y, en séptimo lugar, conectarse a una infraestructura IdC local otorga a los pequeños infoproductores una ventaja definitiva sobre las empresas centralizadas y de integración vertical de los siglos XIX y XX, porque pueden alimentar sus vehículos con energía renovable con un coste marginal casi nulo, reduciendo considerablemente los costes logísticos de la cadena de suministro y los costes del envío de sus productos al comprador.

La integración de la impresión 3D en la infraestructura del IdC significa que prácticamente cualquier habitante del planeta puede convertirse en un prosumidor que infofabrica productos para un uso personal o compartido usando *software* de código abierto. El proceso de producción en sí consume solo una décima parte del material usado en la manufactura convencional y exige muy poco trabajo humano. La energía utilizada en la producción es renovable y se genera in situ o localmente con un coste marginal casi nulo. El producto se anuncia en sitios web dedicados al marketing mundial, también con un coste marginal cercano a cero. Por último, el producto se envía al comprador por un medio de transporte eléctrico alimentado con energía renovable que se genera localmente, otra vez con un coste marginal casi nulo.

La capacidad de producir, comercializar y distribuir productos físicos dondequiera que exista una infraestructura IdC a la que conectarse, tendrá una influencia enorme en la organización espacial de la sociedad. La Primera Revolución Industrial impulsó el desarrollo de grandes centros urbanos. Las fábricas y las redes de logística hubieron de agruparse en el interior o en los alrededores de ciudades que contaran con conexiones ferroviarias para obtener material y energía de los

proveedores y enviar sus productos a los mayoristas y minoristas. Los trabajadores debían vivir a poca distancia de las fábricas y de las oficinas o tener acceso a medios de transporte urbano o a trenes de cercanías. En la Segunda Revolución Industrial, la producción se desplazó de los grandes centros urbanos a polígonos industriales suburbanos situados en salidas de la red de autovías interestatales. El transporte por camión acabó desbancando al ferrocarril y los trabajadores se desplazaban en automóvil desde distancias más grandes.

La impresión 3D es local y global al mismo tiempo; al ser muy transportable permite que los infoproductores puedan trasladarse con facilidad a cualquier lugar donde haya una infraestructura IdC a la que conectarse. Cada vez habrá más prosumidores que fabricarán productos sencillos en su casa. Y es muy probable que las empresas 3D pequeñas y medianas dedicadas a infofabricar productos más complejos se agrupen en parques tecnológicos para establecer una escala lateral óptima. El domicilio y el lugar de trabajo ya no estarán separados por distancias largas. Hasta es concebible que las redes viarias tan congestionadas de hoy tengan menos tráfico y que el coste de construir carreteras se reduzca a medida que más y más trabajadores se transformen en propietarios y más y más consumidores se conviertan en productores. Puede que los grandes núcleos urbanos y las zonas suburbanas con un crecimiento desmedido sean sustituidos poco a poco por otros núcleos urbanos más pequeños, de 150.000 a 250.000 habitantes, rodeados de zonas verdes repobladas con plantas y animales.

Democratización del «replicador»

La nueva revolución de la impresión 3D es un ejemplo de «productividad extrema». Aún se encuentra en sus inicios, pero

es inevitable que cuando se extienda acabe reduciendo los costes marginales casi a cero, elimine los beneficios y haga innecesario el intercambio de propiedades en el mercado para muchos productos (aunque no todos).

La democratización de la manufacturación significa que cualquier persona —y, con el tiempo, todo el mundo— puede tener acceso a los medios de producción haciendo que la pregunta de quién debe poseer y controlar esos medios sea tan irrelevante como lo acabará siendo el capitalismo.

La impresión tridimensional, como tantas invenciones, se ha inspirado en la ciencia ficción. Toda una generación ha crecido viendo episodios de *Star Trek* en la televisión. En sus largos viajes por el universo, la tripulación necesitaba reparar y sustituir partes de la nave espacial y disponer de existencias de todo lo que pudiera hacer falta, desde piezas de máquinas a medicamentos. El llamado «replicador» estaba programado para crear cualquier clase de objeto —incluyendo alimentos y agua— reorganizando las partículas subatómicas que se encuentran por todo el universo. Lo importante del replicador es que acababa con la escasez, una cuestión que retomaré en la Quinta parte.

La revolución de la impresión 3D se inició en la década de 1980. Las primeras impresoras 3D eran muy caras y se usaban básicamente para crear prototipos. Los arquitectos y los fabricantes de automóviles y aviones fueron los primeros en adoptar la nueva tecnología «replicativa».[6]

La impresión 3D pasó de la creación de prototipos a la creación de productos cuando los *hackers* y aficionados a la informática empezaron a interesarse por ella. (La palabra *hacker* tiene connotaciones positivas y negativas. Hay quien describe a los *hackers* como delincuentes que acceden de

manera ilegal a información confidencial. Para otros son programadores muy expertos cuyas contribuciones benefician a los demás. Aquí y en el resto del libro el término *hacker* se usa en el segundo sentido.)[7] Los *hackers* captaron de inmediato las posibilidades de «concebir los átomos como si fueran bits» y trasladaron el formato de código abierto de las TIC a la producción de «cosas». El *hardware* basado en la filosofía del código abierto se convirtió en el estandarte de un grupo muy variado de inventores y entusiastas que se identificaban vagamente con el llamado «movimiento *maker*» y que colaboraban en Internet intercambiando ideas innovadoras y aprendiendo de los demás mientras la impresión 3D seguía evolucionando.[8]

La impresión tridimensional basada en la filosofía del código abierto alcanzó una fase nueva cuando Adrian Bowyer y un equipo de la Universidad inglesa de Bath inventaron la RepRap, la primera impresora 3D que se podía construir con instrumentos de fácil acceso y que se podía «autorreplicar», o fabricar sus propias piezas. Hoy en día, la RepRap puede imprimir el 48 % de sus piezas y va camino de ser una máquina totalmente «autorreplicable».[9]

MakerBot Industries, financiada por Bowyer y una de las primeras empresas surgidas del movimiento *maker*, introdujo en el mercado la impresora 3D CupCake en 2009. Después sacó al mercado impresoras 3D más versátiles, más fáciles de usar y menos costosas con nombres como Thing-O-Matic (en 2010) y Replicator (en 2012). MakerBot Industries ha hecho públicas las especificaciones de sus máquinas para quienes deseen construirse una, pero también vende sus impresoras a quienes prefieran comprarlas ya hechas.

Otros dos pioneros, Zach «Hoken» Smith y Bre Pettis, crearon un sitio web llamado Thingiverse —propiedad de MakerBot Industries— en 2008. Esta web, que es el lugar de reunión de la comunidad dedicada a la impresión 3D, contiene archivos de código abierto de diseños digitales creados por usuarios que permiten su uso bajo las licencias GPL (General Public Licenses) y Creative Commons (estas licencias se examinarán más a fondo en la Tercera parte). Para la comunidad de «infofabricantes», Thingiverse es una especie de biblioteca o plaza pública donde compartir diseños de código abierto y colaborar en proyectos de impresión 3D.

El movimiento *maker* impulsó la democratización de la fabricación digital con la introducción de los llamados *fab labs* —laboratorios de fabricación— en 2005. La idea original del *fab lab* se debe a Neil Gershenfeld, físico y profesor del MIT, y nació en un curso muy popular del MIT llamado «Cómo hacer (casi) cualquier cosa».

El primer *fab lab* nació en el Center for Bits and Atoms del MIT —que, a su vez, surgió del MIT Media Lab— con el fin de ofrecer un centro dotado de instrumentos y herramientas para la impresión 3D a quien quisiera utilizarlo para sus propios proyectos. Los estatutos de la Fab Foundation creada por Gershenfeld hacen hincapié en la libertad de acceso y en el compromiso de la entidad con el aprendizaje colaborativo. Los centros o «laboratorios» están equipados con diversas clases de instrumentos y herramientas que incluyen *routers*, cortadoras láser, impresoras 3D o minifresadoras, además del *software* de código abierto correspondiente. Montar un *fab lab* totalmente equipado cuesta unos 50.000 dólares.[10] Hoy hay más de 70 *fab labs*, sobre todo en áreas urbanas de los países más industrializados, aunque también los hay en países en vías de

desarrollo en los que el acceso a estos equipos y medios de fabricación constituye el núcleo para establecer una comunidad de impresión 3D.[11] En muchas zonas del mundo a las que no llega la cadena de suministro mundial, el hecho de poder fabricar herramientas y otros objetos, aunque sean muy simples, puede favorecer mucho su bienestar económico. La gran mayoría de los *fab labs* son proyectos comunitarios gestionados por universidades y asociaciones sin ánimo de lucro, aunque algunos minoristas se plantean la posibilidad de montar *fab labs* en sus establecimientos para que los usen sus clientes después de haberles comprado los materiales.[12]

Según Gershenfeld, la idea es proporcionar a cualquier persona las herramientas y los materiales que necesite para crear cualquier cosa que pueda imaginar. Su objetivo final es «crear un "replicador" al estilo de *Star Trek* en veinte años».[13]

El *fab lab* es «el laboratorio popular de I+D» para la Tercera Revolución Industrial. Saca la I+D y la innovación de los laboratorios de élite de las grandes universidades y empresas y la sitúa en comunidades donde se convierte en un proyecto colaborativo y en una expresión vigorosa del poder distribuido y de escala lateral.

Esta democratización de la producción altera de una manera radical el modelo de fabricación centralizado y de integración vertical de la Segunda Revolución Industrial. Las repercusiones radicales de instalar *fab labs* por todo el mundo para que cualquiera pueda ser prosumidor no han pasado desapercibidas y también aparecieron por primera vez en el campo de la ciencia ficción.

En *Printcrime*, publicada en 2006, Cory Doctorow nos habla de una sociedad futura que cuenta con impresoras 3D. Sin embargo, el Gobierno autoritario de esa sociedad las declara

ilegales y al protagonista, un prosumidor, le caen diez años de cárcel por saltarse la prohibición. Cuando sale de la prisión se da cuenta de que para derrocar el régimen político lo mejor es imprimir impresoras: «Voy a imprimir más impresoras. Muchísimas más. Una para cada persona. Por eso sí que vale la pena ir a la cárcel. Por algo así vale la pena cualquier cosa».[14] Los *fab labs* son arsenales de alta tecnología en los que *hackers* y prosumidores se arman con instrumentos para derrocar el régimen económico existente.

Los *hackers* también se están interesando en la impresión 3D de varios de los muchos componentes de la infraestructura IdC, y en el primer lugar de la lista están las tecnologías para generar energías renovables. Xerox está desarrollando una tinta de plata especial que podría sustituir al silicio que se usa como semiconductor en las células fotovoltaicas de hoy. Esta tinta, que se funde a una temperatura más baja que el plástico, permitiría imprimir circuitos integrados sobre plásticos, telas y películas. La impresión personal de tiras fotovoltaicas delgadas como el papel permitiría que cualquiera pudiera crear su propia tecnología para generar energía solar a un coste cada vez menor, y acercaría un poco más a cero el coste marginal de esta energía. Este proceso con tinta de plata de Xerox aún es experimental, pero revela las posibilidades que ofrece la impresión 3D en el campo de la infofacturación.[15]

Para que la impresión 3D sea un proceso verdaderamente local y autosuficiente, el material utilizado para crear el filamento debe ser abundante y fácil de encontrar. Staples, la conocida empresa de material de oficina, ha presentado en su tienda de Almere, Holanda, una impresora 3D fabricada por Mcor Technologies que utiliza papel barato como material. El proceso, llamado laminación por depósito selectivo (LDS),

imprime objetos tridimensionales a todo color que tienen una consistencia parecida a la de la madera. Estas impresoras 3D se usan para infofabricar productos artesanales, diseños de arquitectura y hasta modelos quirúrgicos para reconstrucción facial. El coste del papel utilizado como material solo es un 5 % del coste de los materiales que se han usado hasta ahora.[16]

La introducción de materiales aún más baratos reduce el coste de este apartado casi a cero. Un graduado del Royal College of Art de Londres, Markus Kayser, ha inventado una impresora 3D llamada Solar-Sinter —sintetizador solar— que imprime objetos de vidrio a partir del Sol y de arena. La Solar Sinter, que se probó con éxito en el desierto del Sahara en 2011, se alimenta mediante dos paneles solares y está equipada con una gran lente que concentra los rayos del Sol para calentar arena hasta el punto de fusión. Luego, el *software* dirige el depósito de la arena fundida para formar cada capa hasta crear un objeto de vidrio completo.[17]

Filabot es un ingenioso aparato de reciente creación con el tamaño de una caja de zapatos. Su función es triturar y fundir objetos viejos de plástico, especialmente objetos de uso doméstico como cubos, botellas, tuberías, DVD, gafas de sol y recipientes diversos. El plástico, una vez triturado, cae por una tolva en un depósito en forma de barril donde se funde por el calor generado por una resistencia. Luego, el plástico así fundido pasa por una boquilla de extrusión para crear filamentos que se guardan en un carrete para imprimir. Un Filabot montado cuesta 649 dólares.[18]

Un estudiante holandés, Dirk Vander Kooij, reprogramó un robot industrial para imprimir muebles a medida en una línea continua usando el material plástico de neveras viejas. El robot puede imprimir una silla con varios diseños y colores en menos

de tres horas, lo que supone unas 3.000 sillas a medida al año.[19] Otras impresoras de muebles utilizan vidrio, madera, cerámica, tejidos o hasta acero inoxidable, lo cual demuestra la gran variedad de materiales reciclados que se pueden emplear en el proceso de infofacturación.

Si se imprimen muebles, ¿por qué no imprimir la casa que los albergará? Muchos ingenieros, arquitectos y diseñadores trabajan en la construcción de edificaciones con impresoras 3D. Esta tecnología aún se halla en la fase de I+D, pero ya está muy claro que este procedimiento cambiará por completo el sector de la construcción en los próximos decenios.

Behrokh Khoshnevis es profesor de ingeniería industrial y de sistemas y director del Center for Rapid Automated Fabrication Technologies de la Universidad de Southern California. Con el apoyo y la financiación del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, la National Science Foundation y la NASA, Khoshnevis está experimentando con un proceso de impresión 3D llamado «construcción por contornos» para imprimir edificios con un cemento armado reforzado con fibra que se puede extrusionar y que tiene fuerza suficiente para que una pared impresa se sostenga por sí sola durante la construcción. Su equipo ya ha construido con éxito una pared de quince centímetros de ancho, un metro y medio de largo y un metro de alto usando una impresora 3D. Otra ventaja es que el material viscoso no obstruye la boquilla de la máquina con arena y otras partículas en el proceso de extrusión.

Aun reconociendo que solo se trata de un primer paso, Khoshnevis no reprime su entusiasmo y afirma que su pared impresa es «la de mayor importancia histórica desde la Gran Muralla China». Añade que después de 20.000 años de

construcción humana, «el proceso de construir edificios está a las puertas de una revolución».[20]

Según Khoshnevis, cada una de estas impresoras gigantes costará centenares de miles de dólares, un precio muy bajo para un equipo de construcción. En principio será posible imprimir una casa nueva con un coste muy inferior al de la construcción convencional, porque el material compuesto es más barato y el proceso de infofabricación aditiva utiliza mucho menos material y mano de obra. Khoshnevis cree que la construcción de edificios mediante impresión 3D se impondrá en el sector hacia 2025.

Khoshnevis no está solo. El laboratorio de investigación del MIT está estudiando el uso de la impresión 3D para crear el armazón de una casa en un solo día y prácticamente sin intervención humana. Una cuadrilla de construcción tardaría un mes en construir el mismo armazón.[21]

El arquitecto neerlandés Janjaap Ruijssenaars trabaja en colaboración con Enrico Dini, presidente de Monolite, una empresa inglesa de impresión 3D. Los dos han anunciado que imprimirán armazones de dos por tres metros hechos de arena y aglutinante inorgánico que después rellenarán de cemento reforzado con fibra. Esperan construir un edificio de dos plantas en 2014.[22]

Uno de los estudios de arquitectura más importantes del mundo, Dini and Foster+Partners, se ha unido a la Agencia Espacial Europea para investigar la posibilidad de construir una base permanente en la Luna mediante impresión 3D. El objetivo es construir estas estructuras usando materiales sostenibles del suelo lunar para evitar el coste de enviar los materiales desde la Tierra. Xavier De Kestelier, de Foster+Partners, explica que «estamos acostumbrados a diseñar

para climas terrestres extremos y a explotar las ventajas medioambientales de usar materiales locales sostenibles: nuestros habitáculos lunares seguirán una lógica similar».[23]

El plan consiste en usar la impresora D-Shape de Dini para construir los habitáculos al ritmo de uno por semana. Los habitáculos son estructuras huecas y cerradas con cierto parecido al esqueleto de un ave. La cúpula y las paredes están pensadas para soportar el impacto de micrometeoroides y la radiación del espacio. El revestimiento interior será hinchable y se enviaría desde la Tierra. Foster explica que la impresora D-Shape depositaría capas de regolito —o suelo lunar— cubriendo el armazón. Los arquitectos de Foster ya han utilizado material simulado para construir el prototipo de un bloque de construcción de 1,5 toneladas. El primer habitáculo se construiría en el polo sur de la Luna, una región con abundante luz solar.[24]

Aunque la impresión 3D de edificios se encuentra en las primeras etapas de su evolución, se prevé que crecerá de una manera exponencial en los próximos dos decenios y que el proceso de producción será cada vez más eficiente y barato. La impresión 3D no se verá afectada por muchos factores que encarecen las técnicas convencionales de construcción como el coste elevado del diseño de los planos, del material de construcción y del personal, y la gran cantidad de tiempo que se dedica a la construcción de las estructuras.

La impresión 3D puede usar los materiales más baratos de la Tierra —arena y roca, además de prácticamente cualquier material de desecho, todo de procedencia local— y evitar los costes elevados de los materiales usados tradicionalmente, así como los costes que supone transportarlos hasta el lugar de la construcción. El proceso aditivo de construir una estructura

capa por capa aún permite ahorrar más en material de construcción. A diferencia de los costes considerables en tiempo y dinero que supone el diseño de los planos por un arquitecto, los programas que guían las impresoras 3D son de código abierto y virtualmente gratuitos. Otra diferencia con la construcción tradicional es que el armazón del edificio se levanta con muy poca intervención humana y en muy poco tiempo. Por último, el coste marginal de la electricidad necesaria para alimentar la impresora 3D se podría acercar a cero usando fuentes locales de energía renovable. Así pues, quizá en un futuro no muy lejano, el coste de una construcción pequeña es posible que supere por muy poco el coste de reunir rocas, arena, material reciclable y otras clases de materiales de procedencia local.

Sea en la Luna o aquí en la Tierra, los seres humanos necesitarán transporte para desplazarse. El primer automóvil fabricado por impresión 3D, el Urbee, ya se está probando sobre el terreno. El Urbee ha sido creado por KOR EcoLogic, una empresa con sede en Winnipeg, Canadá. Se trata de un vehículo eléctrico híbrido de dos plazas (Urbee viene de «urbano eléctrico»), que puede circular a 65 kilómetros por hora alimentado por la energía solar o eólica que se puede generar cada día en una superficie equivalente a la de una plaza de aparcamiento.[25] Además, el usuario puede activar un motor de reserva alimentado con etanol en caso de necesidad.[26] Sin duda, el Urbee es un primer prototipo del automóvil de la Tercera Revolución Industrial, pero al igual que el primer vehículo con motor de combustión interna alimentado con gasolina y fabricado en serie por Henry Ford, la forma de construir el vehículo y la fuente de energía que lo impulsa dicen mucho sobre el futuro de la economía y de la sociedad.

El automóvil de Ford exigió la construcción de enormes fábricas centralizadas con medios para recibir y almacenar los materiales necesarios para la fabricación. Instalar la línea de montaje exigió mucho capital e hizo falta fabricar en serie muchos vehículos del mismo modelo para garantizar un buen rendimiento del capital invertido. Es muy conocida la respuesta que dio Ford a un cliente que le preguntó qué colores podía elegir para su automóvil: «Cualquiera, siempre que sea negro», respondió.[27]

El proceso de fabricación sustractiva de las líneas de montaje de Ford era muy ineficiente porque los materiales en bruto se tenían que preparar, cortar y pulir antes del montaje final de cada automóvil. El vehículo mismo estaba hecho de centenares de piezas cuyo montaje exigía tiempo y mano de obra. Luego había que transportar los vehículos a los concesionarios de todo el país, lo que suponía un coste adicional en el apartado logístico. Y aunque Ford pudo sacar partido de las eficiencias propias de la Segunda Revolución Industrial para crear operaciones de integración vertical y lograr unas economías de escala suficientes para poner a millones de personas al volante de un vehículo relativamente barato, el coste marginal de fabricar y usar cada vehículo nunca llegó a acercarse a cero, y menos aún si se tiene en cuenta el precio de la gasolina.

La producción de un automóvil mediante impresión 3D se basa en una lógica totalmente diferente. El automóvil se puede fabricar con materiales casi gratuitos de procedencia local, evitando el coste elevado de otros materiales y el de traerlos a una fábrica y almacenarlos in situ. Salvo el chasis y el motor, la mayoría de las piezas del automóvil son de plástico impreso en 3D.[28] El vehículo se crea añadiendo capas en un proceso

continuo en lugar de basarse en montar piezas separadas, lo que supone menos material, menos tiempo y menos mano de obra. Una impresora 3D de dos metros de alto imprime la decena de piezas que componen la carrocería de un Urbee sin malgastar material.[29]

Además de no exigir las grandes inversiones de capital necesarias para equipar una fábrica, la impresión 3D también puede cambiar el modelo que se quiera producir con mucha rapidez y con poco coste adicional: basta cambiar el *software* de código abierto e imprimir vehículos con especificaciones diferentes para uno o varios usuarios.

El transporte de un país a otro de los vehículos que salen de las líneas de montaje de las fábricas centralizadas implica unos costes que no tienen las fábricas basadas en la impresión 3D, puesto que estas pueden estar radicadas en cualquier lugar con conexión a la infraestructura IdC para servir a clientes de su zona.

Por último, el coste de conducir un coche impreso en 3D y alimentado con energías renovables de origen local es casi gratuito. El coste del combustible usado por el Urbee solo es de 0,015 dólares por kilómetro, una tercera parte del coste por kilómetro para un Toyota Prius.[30]

Una infraestructura para la autoproducción

Hasta hace muy poco, el movimiento *maker* ha sido cosa de *hackers*, aficionados y empresarios sociales que experimentan con maneras nuevas de imprimir objetos concretos para un uso personal o general. Este movimiento se ha guiado por cuatro reglas: compartir innovaciones de manera libre y gratuita, fomentar una cultura de aprendizaje en colaboración, creer en la autosuficiencia de las comunidades y comprometerse a usar métodos de producción sostenibles. Pero por debajo de la

superficie se empieza a revelar un objetivo más radical cuyo desarrollo aún está en sus inicios y que en gran medida sigue siendo inconsciente. Si unimos los distintos elementos de la cultura de la impresión 3D, veremos la aparición de una narración nueva y muy poderosa que podría cambiar la manera de organizar la civilización en el siglo XXI.

Reflexionemos sobre ello. La cultura de la impresión 3D crece en todo el mundo impulsada por el concepto de utilizar bits para organizar átomos. Como los *hackers* del *software* de hace una generación que creaban su propio *software* con el objetivo de compartir información, los *hackers* de esta nueva cultura crean *software* impulsados por la pasión de imprimir y compartir cosas. La unión de muchas de las cosas que están creando estos pioneros de la impresión 3D forma la base de una infraestructura TIR para la autoproducción.

El aspecto realmente revolucionario de la impresión 3D —y que hará que deje de ser una subcultura de aficionados para convertirse en un nuevo paradigma económico— es la aparición de una «infraestructura de autoproducción» que dará lugar a iniciativas empresariales nuevas con una productividad y una eficiencia que nos acercarán a unos costes marginales casi nulos en la producción y distribución de bienes y servicios, alejándonos de la era capitalista y acercándonos a la nueva era «colaboratista».

Entre los primeros que vislumbraron la gran importancia histórica de esta «infraestructura de autoproducción» están los activistas de base locales que formaron el movimiento «tecnología adecuada». Este movimiento, nacido en los años setenta, estuvo inspirado inicialmente por los escritos de Mahatma Gandhi y, más adelante, por la obra de E. F. Schumacher e Ivan Illich y —sin querer pecar de inmodestia— por un libro que escribí llamado *Entropy: A New World View.*

Una nueva generación de autoproductores, la mayoría de ellos veteranos de los movimientos por la paz y por los derechos civiles, empezaron a agruparse bajo el estandarte de la «tecnología adecuada». Unos abogaban por una cultura «de regreso a la tierra» y se mudaron a zonas rurales. Otros se quedaron en los barrios más pobres de las grandes urbes, con frecuencia ocupando edificios abandonados. Decían que su misión era crear «tecnologías adecuadas», es decir, máquinas y herramientas que se pudieran crear con recursos locales, que estuvieran pensadas para cuidar el entorno ecológico en lugar de explotarlo, y que se pudieran compartir en el seno de una cultura colaborativa. Su lema «piensa en global, actúa en local» revelaba la intención de cuidar del planeta viviendo en comunidad de una manera sostenible.

Este movimiento nació en los países industrializados del norte, pero pronto adquirió mucha más fuerza en los países en desarrollo del sur cuando los pobres del mundo empezaron a luchar por la creación de comunidades autosuficientes en los márgenes de una economía capitalista mundial.

Es digno de mención, al menos visto desde ahora, que una década después de que naciera el movimiento de la tecnología adecuada apareciera otro movimiento muy diferente de jóvenes aficionados a la tecnología. Eran fanáticos de la informática que tenían en común un profundo entusiasmo por la programación y por compartir *software* en comunidades de aprendizaje colaborativo. Fueron ellos los que fundaron el movimiento del *software* libre con el objetivo de crear un procomún colaborativo mundial (este movimiento se abordará más a fondo en la Tercera Parte). Su lema, «la información quiere ser libre» fue acuñada por Stewart Brand, uno de los pocos que unieron el movimiento de la tecnología adecuada con la cultura *hacker*. (El *Whole Earth Catalog*, que Brand se

encargó de compilar, contribuyó a que el movimiento por una tecnología adecuada pasara de ser una subcultura a ser un fenómeno cultural más extendido.) Lo que se suele pasar por alto cuando se cita el lema de Brand es el contexto en el que lo dijo cuando habló sobre la revolución del *software* en la primera asamblea de *hackers* de 1984:

> Por un lado, la información quiere ser cara porque es valiosa. La información correcta en el lugar adecuado cambia nuestra vida. Por otro lado, la información quiere ser libre porque el coste de distribuirla no deja de bajar. De ahí nace la pugna entre estas dos tendencias.[31]

Brand ya supo ver entonces la contradicción que se daría entre el derecho a la propiedad intelectual y la libertad de acceso que caracteriza el código abierto. Esta contradicción ha definido la batalla entre capitalistas y «colaboratistas» ahora que el coste marginal de compartir información empieza a acercarse a cero.

Está claro que el movimiento de la tecnología adecuada tenía poco que ver con la alta tecnología y que se centraba en redescubrir y mejorar tecnologías tradicionales eficaces que habían sido abandonadas u olvidadas en la transición a la era industrial, y en el desarrollo de tecnologías nuevas, sobre todo en el ámbito de las energías renovables. Eran partidarios de lo simple frente a lo complejo y apoyaban la tecnología que se pudiera reproducir desde cero utilizando recursos y conocimientos locales para mantenerse fieles al principio de autosuficiencia.

Los *hackers* eran muy diferentes. Eran científicos e ingenieros jóvenes y a menudo brillantes que estaban en la vanguardia de la revolución de las TIC; eran la personificación misma de la cultura de la alta tecnología. Su mirada se

centraba más en lo global que en lo local y su comunidad se formó en los espacios sociales de Internet.

Lo que tenían en común los dos movimientos era un sentido de la comunidad en el que destacaba la colaboración y la convicción de que la libertad de acceso es más valiosa que la propiedad.

Hoy, la impresión 3D conjuga estos dos movimientos tan importantes porque es una tecnología que además de adecuada es muy avanzada. En la mayoría de los casos se emplea como una tecnología que sigue la filosofía de libertad de acceso del código abierto. El *software* con las instrucciones para imprimir objetos no es propiedad de nadie y se comparte sin trabas, y el hecho de que se usen materiales de origen local hace que sea una tecnología de aplicación universal. Aunque la impresión 3D fomenta comunidades autosuficientes, sus productos se pueden vender en sitios web a usuarios de todo el mundo con un coste marginal cercano a cero. La impresión tridimensional también traspasa fronteras ideológicas; atrae por igual a libertarios, infofabricantes, comunitaristas y empresarios sociales porque todos abogan por un enfoque distribuido, transparente y colaborativo de la vida económica y social en lugar de un enfoque centralizado y basado en la propiedad. La impresión 3D satisface sensibilidades tan diversas porque todas coinciden en su profunda aversión al poder jerárquico y en el compromiso con una distribución del poder igualitaria.

No es de extrañar que la impresión 3D se esté imponiendo en las economías industriales avanzadas. Las empresas que tomaron la delantera en este campo fueron estadounidenses, pero parece que Alemania se pondrá a su altura en unos años. La infraestructura distribuida, colaborativa y de escala lateral de su tecnología 3D se considera un modelo para la infofacturación de la Tercera Revolución Industrial.

Alemania va muy por delante que el resto de países industrializados en la creación de la plataforma tecnológica IdC para la conexión de impresoras 3D. Como se ha afirmado antes, ya ha superado el objetivo de que el 20 % de su electricidad proceda de fuentes renovables y distribuidas y se prevé que genere un 35 % en 2020.[32] En los últimos diez años, Alemania ha equipado un millón de edificios con microcentrales para la generación parcial de electricidad verde. E.ON y otras empresas energéticas están instalando hidrógeno y otras tecnologías de almacenamiento en la red de distribución eléctrica. Deutsche Telekom está probando el Internet de la energía en seis estados de la Federación y Daimler se prepara para sacar al mercado vehículos alimentados por pilas de combustible en 2017 creando paralelamente una red de estaciones de servicio para el suministro de hidrógeno.[33]

Puesto que las impresoras 3D ya pueden conectarse a una infraestructura IdC en cualquier lugar de Alemania, pueden aprovechar las eficiencias y el potencial de productividad que ofrece el nuevo Internet de las cosas. Esto sitúa a los infoproductores alemanes por delante de sus colegas de los Estados Unidos, donde las empresas de impresión 3D solo pueden contar con la infraestructura ineficiente y anticuada de la Segunda Revolución Industrial que alcanzó su máxima productividad hace ya tiempo.

También hace ya tiempo que las empresas de ingeniería pequeñas y medianas de Alemania se consideran las mejores del mundo en ingeniería de precisión, lo que las sitúa en la posición ideal para liderar el progreso de la impresión 3D. Hay diez empresas alemanas que encabezan este sector y EOS y Concept Laser, dos empresas con sede en Baviera, están entre las más importantes del mundo.[34]

Alemania afronta la transición a la Tercera Revolución Industrial de dos maneras: una es la convencional y se basa en implementar el Internet de las cosas de arriba abajo; la otra es horizontal o lateral en el sentido de que muchas ciudades dotan de microcentrales sus edificios, instalan microrredes para la distribución de electricidad y fomentan el transporte con vehículos eléctricos.

Pero donde se está creando una infraestructura para la autoproducción en su forma más pura es en los países en vías de desarrollo. La impresión 3D ofrece una buena oportunidad para crear infraestructuras TIR en extrarradios, comunidades rurales y pueblos aislados que cuentan con infraestructuras muy pobres, que carecen de experiencia técnica, herramientas y maquinaria y que apenas tienen acceso a capital.

Marcin Jakubowski, graduado de Princeton y doctorado en energía de fusión por la Universidad de Wisconsin, es uno de los muchos inventores jóvenes con inquietudes sociales que empiezan a desarrollar proyectos 3D con el objetivo de crear infraestructuras TIR que faciliten la autoproducción en cualquier lugar del mundo. Jakubowski empezó planteándose una pregunta muy sencilla: ¿qué materiales y qué máquinas necesita cualquier comunidad para lograr una calidad de vida sostenible y decente? Él y su equipo, que abogan por una tecnología adecuada de libre acceso, han «identificado las cincuenta máquinas más importantes que hacen posible la vida moderna —es decir, los instrumentos y herramientas que usamos cada día— y que van desde el tractor al horno de pan o el diseño de circuitos» para cultivar, edificar viviendas y fabricar cosas.[35]

El interés de este grupo se centra especialmente en los medios de producción y su principal objetivo es la creación de

programas de código abierto para impresoras 3D que usen material de procedencia local —principalmente chatarra— para imprimir esas cincuenta máquinas imprescindibles y dotar así a cada comunidad de un «equipo para construir la aldea global» que les permita crear su propia sociedad TRI.

Hasta hoy, la red de agricultores e ingenieros basada en la llamada «ecología *open source* o de código abierto» de Jakubowski ha creado mediante impresión 3D los prototipos de ocho máquinas: «bulldozer, motocultor, microtractor, rotor universal, excavadora, máquina de uso general para trabajar metales, taladro de banco [...], y banco de corte y soldadura controlado por ordenador para cortar con precisión chapa metálica».[36] Los diseños y las instrucciones para imprimir las máquinas en 3D son de acceso libre y se pueden obtener en el sitio web del grupo. Actualmente, el equipo de Jakubowski trabaja en los prototipos de ocho máquinas más.

Construir una civilización moderna a base de «chatarra» y prácticamente desde cero habría sido inimaginable hace solo una generación. La ecología de código abierto se basa en un enfoque integrado y sistémico para crear una ecología de máquinas en las que sustentar una economía moderna. Otros grupos de impresión 3D, como Appropedia, Practical Action o Howtopedia actúan como bibliotecas de programas de código abierto para impresión 3D que permiten a cualquier usuario imprimir toda una gama de máquinas básicas para una economía TRI.[37]

Por sí sola, la impresión tridimensional de herramientas y máquinas para trabajar la tierra, construir viviendas y manufacturar puede hacer poca cosa. Para que sea realmente útil debe estar conectada a una infraestructura eléctrica. La verdadera revolución se produce cuando el movimiento de la

impresión 3D conecta todas las «cosas» de una economía 3D con un Internet de la energía. Entonces es cuando cambia el paradigma económico. Conectar cosas hechas con impresión 3D mediante un Internet de la energía otorga a cada comunidad una miniinfraestructura IdC que puede actuar de nodo en una red que conecte otras comunidades y otras regiones.

Ya se están instalando microrredes eléctricas —Internets de energía locales— en comunidades de las zonas más remotas del mundo que ven como su desarrollo económico se transforma de la noche a la mañana. En la India, donde hay 400 millones de personas sin electricidad —la mayoría de ellas en zonas rurales — la microrred eléctrica debutó a lo grande en julio de 2012, cuando el país sufrió el peor apagón de su historia y 700 millones de personas se quedaron sin corriente. Gran parte del país entró en pánico, pero la vida en una pequeña aldea de una zona rural de Rajastán siguió como si nada, sin que parpadeara ni una sola bombilla. Los televisores y los reproductores DVD adquiridos hacía poco por los aldeanos siguieron funcionando, sus mantequeras eléctricas siguieron batiendo nata y sus ventiladores los siguieron refrescando gracias a su microrred de electricidad verde.

Solo unos meses atrás, una pequeña empresa de reciente creación llamada Gram Power y dirigida por Yashraj Khaitan, un empresario social de 22 años graduado por la Universidad de California, y por su colega Jacob Dickinson, instaló la primera microrred eléctrica inteligente de la India en la diminuta aldea de Khareda Lakshmipura. La electricidad de esta microrred está generada por un pequeño grupo de paneles fotovoltaicos situados sobre una subestación hecha de adobe. Dentro de ella hay unas baterías que liberan electricidad de noche o cuando el tiempo está nublado. Un pequeño ordenador envía datos a las oficinas que la empresa tiene en Jaipur. Un tendido de cables

sobre postes de madera transporta esta electricidad verde de la subestación a las casas del pueblo y da servicio a sus más de 200 habitantes. Cada casa está equipada con un contador inteligente que indica el consumo y el coste correspondiente según el momento del día.[38] La electricidad verde es mucho más barata que la de la red eléctrica nacional y reduce la combustión de queroseno, que contamina mucho y provoca enfermedades cardiorrespiratorias muy frecuentes en la India.

Una madre de aquella aldea entrevistada por *The Guardian* explicaba cómo había transformado la electricidad la vida de la comunidad: «Ahora los niños pueden estudiar de noche. Antes, vivir aquí era como estar en la selva. Ahora sentimos que formamos parte de la sociedad».[39]

Gram Power, que en 2011 fue elegida por la NASA como una de las diez empresas más innovadoras del mundo en el campo de las tecnologías limpias, ha instalado desde entonces microrredes eléctricas en diez pueblos más y espera llevar electricidad verde a 40.000 personas más en los próximos 12 meses.[40] También está estudiando otras fuentes locales de energía renovable como la biomasa y el calor geotérmico. Actualmente la empresa está en negociaciones con el Gobierno indio para extender las microrredes eléctricas a 120 pueblos más y dotar de electricidad a más de 100.000 viviendas.[41]

Gram Power es una de las muchas empresas de reciente creación que se extienden por toda la India rural ayudando a pueblos y aldeas a instalar microrredes de electricidad verde. Husk Power Systems es una empresa nueva con sede en el estado de Bihar, donde el 85 % de la población carece de electricidad. La empresa usa biomasa en forma de cascarilla de arroz para alimentar 90 centrales eléctricas locales que llevan electricidad a 45.000 viviendas rurales por medio de

microrredes eléctricas. El coste medio de instalar una microrred para un pueblo de unas cien viviendas es de 2.500 dólares, una inversión que la comunidad puede amortizar en solo unos años. Después, el coste marginal de generar y enviar cada kilovatio adicional es prácticamente nulo.[42]

Estas microrredes eléctricas locales también se pueden conectar entre sí para crear redes regionales que, con el tiempo, se conectarán a las redes nacionales transformando la estructura eléctrica centralizada en una red eléctrica distribuida, colaborativa y de escala horizontal o lateral. Se calcula que en 2018 las microrredes eléctricas supondrán más del 75 % de los ingresos mundiales obtenidos por la generación de energías renovables.[43]

La proliferación de microrredes eléctricas alimentadas por energías renovables de producción local en las zonas más pobres de los países en vías de desarrollo proporcionará la electricidad necesaria para crear, con impresoras 3D, las herramientas y máquinas vitales para desarrollar comunidades autosuficientes y sostenibles en el siglo XXI.

Un mundo neogandhiano

Cuando veo la transformación que se está produciendo en la India y en todo el mundo, no puedo evitar pensar en la idea que expuso Mahatma Gandhi hace más de setenta años. Cuando se le preguntó por su ideal para la economía, Gandhi dijo: «Sin duda, la producción en serie, aunque nunca basada en la fuerza [...]. Hablo de una producción en serie por parte de la gente en su propio hogar».[44] E. F. Schumacher resumió así el concepto de Gandhi: «No hablaba de producción para las masas, sino de producción de las masas».[45] Para la India y para el resto del mundo, el modelo de Gandhi tiene aún más importancia hoy en día de la que tenía cuando lo propuso.

En su día, la postura de Gandhi era contraria al sentir general. En un mundo donde los políticos, los dirigentes empresariales, los economistas, los académicos y la opinión pública ensalzaban las virtudes de la producción industrial, Gandhi afirmaba que «el razonamiento de Henry Ford se basa en una enorme falacia». Para Gandhi, la fabricación en serie, con sus empresas de integración vertical y su tendencia a centralizar el poder económico y a monopolizar los mercados, tendría consecuencias nefastas para la humanidad:[46]

> [Esta situación] sería desastrosa [...]. Porque si bien es cierto que produciréis cosas en incontables áreas, todo el poder vendrá de un solo centro [...]. Me aterra pensar que un poder tan ilimitado pueda caer en manos de una sola agencia humana [...]; una consecuencia de este poder es que dependeríamos de él para tener luz, agua, e incluso aire. Creo que eso sería terrible.[47]

Gandhi entendía que el objetivo de la producción en serie era usar máquinas sofisticadas para producir más con menos trabajo y con un coste menor, pero también veía que en la lógica subyacente a la producción en serie había una contradicción que limitaba lo que prometía. Según Gandhi, «si todos los países adoptaran el sistema de fabricación en serie, no habría un mercado lo bastante grande para todos los productos y la producción debería cesar».[48] Como Karl Marx, John Maynard Keynes, Wassily Leontief, Robert Heilbroner y otros grandes economistas, Ghandi comprendía que la aspiración del capitalismo al máximo de productividad y de eficiencia llevaría inevitablemente a sustituir a los trabajadores humanos por máquinas, dejando a más y más personas sin trabajo y sin poder adquisitivo suficiente para comprar los bienes producidos.

La alternativa que proponía Gandhi, que él denominaba *swadeshi*, se basaba en la producción local por parte de la gente en sus hogares y comunidades. La idea de *swadeshi* era «llevar el trabajo a la gente y no la gente al trabajo».[49] Gandhi se preguntaba: «Multiplicar millones de veces la producción individual, ¿no equivaldría a una producción en serie a una escala inmensa?».[50] Gandhi también creía firmemente en «la unión de producción y consumo», una idea similar a la del prosumidor de hoy que solo se podría lograr si la mayor parte de la producción fuera local y una gran parte de ella —no toda — se destinara al autoconsumo.[51]

Gandhi fue un observador muy agudo de las relaciones de poder que regían las dos primeras revoluciones industriales. Veía cómo había irrumpido la maquinaria industrial británica en el subcontinente indio, devorando sus abundantes recursos naturales y empobreciendo a sus ciudadanos para alimentar el apetito consumista de las élites ricas y la creciente clase media del Reino Unido. Veía languidecer a millones de sus conciudadanos al pie de una pirámide industrial que tenía un alcance mundial y de cuya cúspide emanaba todo el poder. No nos debe extrañar que clamara contra el sistema capitalista centralizado.

A Gandhi también le decepcionó el experimento comunista de la Unión Soviética, que hablaba mucho del principio de solidaridad pero ejercía un control aún más rígido que el capitalismo en el proceso de industrialización.

Gandhi nunca expresó abiertamente el concepto de que las matrices de comunicación/energía determinan la organización y la distribución del poder económico en una civilización, pero intuía que la organización industrial de la sociedad —sea bajo un régimen capitalista o socialista— implicaba un conjunto de

supuestos que incluían el control centralizado de la producción y la distribución, una idea utilitarista de la naturaleza humana y un creciente consumo material como un fin en sí mismo. Su visión hacía hincapié en la producción económica descentralizada en comunidades autosuficientes, el valor del trabajo artesano frente al trabajo industrial y la imagen de una vida económica más basada en lo moral y lo espiritual que en lo materialista. Para Gandhi, el antídoto para la explotación económica desenfrenada y la codicia es el compromiso desinteresado con la comunidad.

La economía ideal de Gandhi empieza en la comunidad y se extiende hacia el mundo:

> Mi concepción de la comunidad *swaraj* es la de una república completa, independiente de sus vecinos en sus menesteres vitales y, aun así, interdependiente en relación con muchos otros donde la dependencia es necesaria.[52]

Gandhi evitaba la noción de una sociedad de organización piramidal y defendía lo que él llamaba «círculos oceánicos»; es decir, círculos formados por comunidades de personas integradas en comunidades más amplias que se extienden hasta abarcar toda la humanidad:

> La independencia ha de empezar desde abajo [...]; cada pueblo debe ser autosuficiente y capaz de gestionar sus asuntos, incluso hasta el extremo de defenderse contra el mundo entero [...], aunque ello no excluye la dependencia ni la ayuda bienintencionada del vecino o del mundo. Será un juego libre y voluntario entre las fuerzas de cada cual [...]. En esa estructura creada por innumerables comunidades no habrá círculos en ascenso, sino círculos que se ampliarán sin cesar. El crecimiento no será como una pirámide con la cúspide sostenida por la base. Será un círculo oceánico cuyo centro será el individuo [...]. Así, la circunferencia exterior

> no ejercerá poder para aplastar el círculo interior, sino que dará fuerza a todos los de dentro y obtendrá de ellos su propia fuerza.[53]

Al abogar por esta visión, Gandhi también se apartaba de la teoría económica clásica. La afirmación de Adam Smith de que, por naturaleza, todas las personas se guían por su interés personal en el mercado y de que «en efecto, es su propio provecho, y no el de la sociedad, en lo que piensan», era anatema para Gandhi,[54] quien creía en una economía «virtuosa» en la que el interés de la comunidad superara todo interés personal porque cualquier otra cosa restaría valor a la felicidad de la humanidad.

Para Gandhi, la felicidad no residía en acumular riqueza personal, sino en llevar una vida de compasión y empatía. Incluso llegó a proponer que «la verdadera felicidad y la auténtica satisfacción [...] no consisten en la multiplicación de las necesidades, sino en la reducción deliberada y voluntaria de las mismas», para poder así tener la libertad de vivir una vida con más compromiso en hermandad con los demás.[55] También relacionó su teoría de la felicidad con la responsabilidad hacia el planeta. Casi medio siglo antes de que la sostenibilidad se pusiera de moda, Gandhi afirmó: «La tierra da lo suficiente para satisfacer la necesidad de todo hombre, pero no para satisfacer su codicia».[56]

La economía ideal de Gandhi manifiesta una similitud filosófica sorprendente con la Tercera Revolución Industrial y el espíritu de colaboración que la acompaña. Su idea de unas comunidades autosuficientes que se unen y se extienden en unos círculos oceánicos cada vez más amplios hasta llegar a toda la humanidad, es como un reflejo de las microrredes eléctricas de las comunidades que se conectan formando redes cada vez más distribuidas y colaborativas en el paradigma

económico de la TRI. Su concepción de la felicidad como la optimización de las relaciones individuales en la comunidad y no como la búsqueda autónoma del interés personal en el mercado, refleja el nuevo sueño de la calidad de vida que es el sello de la Edad Colaborativa. Por último, la creencia de Gandhi de que la naturaleza es un recurso finito imbuido de valor intrínseco que se debe cuidar en lugar de ser objeto de pillaje, encaja con la nueva conciencia de que la vida de cada ser humano se acabará juzgando por el impacto de su huella ecológica en la biosfera en la que todos vivimos.

Aunque Gandhi propugnaba la idea de un poder económico local y horizontal, y entendía que el medio ambiente es la comunidad más amplia que sustenta la vida del planeta, se vio obligado a defender esta filosofía en una era industrial cuya matriz de comunicación/energía favorecía la gestión jerárquica y centralizada de las prácticas empresariales y la integración vertical de la actividad económica. Esto lo situaba en la posición insostenible de defender los oficios tradicionales en comunidades locales de subsistencia que, a lo largo de la historia, habían mantenido a las masas de la India sumidas en la pobreza y el aislamiento.

Lo que Gandhi no supo ver es la contradicción aún más profunda que reside en el núcleo del sistema capitalista y que haría posible la economía distribuida, colaborativa y de escala lateral que él propugnaba: la búsqueda incesante de nuevas tecnologías que, al aumentar la productividad y la eficiencia, acercarían los costes marginales a cero haciendo que muchos bienes y servicios fueran casi gratuitos y que una economía de la abundancia fuera una posibilidad real.

Es indudable que Gandhi también se habría sorprendido al ver que se alcanzaría el punto óptimo de productividad del capitalismo con un coste marginal casi nulo gracias a la

introducción de nuevas tecnologías de comunicación y de energía y gracias a un modelo nuevo de producción y distribución organizado de una manera lateral, colaborativa y distribuida, que permitiría a millones de seres humanos transformarse en prosumidores, un concepto muy similar al de la producción de las masas que él imaginó.

Hoy, la infraestructura IdC ofrece los medios para hacer realidad la visión económica de Gandhi y sacar de la miseria a centenares de millones de indios para que puedan gozar de una calidad de vida sostenible. La búsqueda de Gandhi de «la buena» economía que encarna el Internet de las cosas puede ser la base de una narración nueva y vigorosa, no solo para la India, sino también para los países emergentes de todo el mundo que aspiran a un futuro justo y sostenible.

Capítulo 7

LOS MOOC Y LA FORMACIÓN DE COSTE MARGINAL CERO

Una sociedad de coste marginal cero donde la abundancia haya sustituido a la escasez sería totalmente diferente de la sociedad a la que estamos acostumbrados. Preparar a los estudiantes para una era en la que los mercados capitalistas tengan un papel secundario en el procomún colaborativo está dando lugar a un replanteamiento del proceso educativo, y la pedagogía del aprendizaje está experimentando un cambio radical. Lo mismo sucede con la financiación de la educación y la forma de impartirla. El fenómeno del coste marginal cercano a cero ha penetrado a fondo en el tejido de la enseñanza superior en los dos últimos años mediante cursos abiertos y masivos por Internet que reducen prácticamente a cero el coste marginal de obtener créditos universitarios para millones de estudiantes.

La era capitalista consagró un modelo de enseñanza cuyo objetivo era convertir a los estudiantes en mano de obra cualificada. El aula era una especie de microcosmos de la fábrica. Los estudiantes eran tratados como máquinas y se los condicionaba para que siguieran órdenes, aprendieran por repetición y actuaran con eficacia. El enseñante era como un capataz de fábrica que repartía unas tareas estandarizadas y exigían unas respuestas concretas en un intervalo de tiempo dado. El aprendizaje se compartimentaba en campos aislados y la educación debía ser útil y pragmática. Se hablaba más del «cómo» de las cosas que del «porqué». El objetivo era formar empleados productivos.

Una sola aula con 2.000 millones de alumnos

La transición de la era capitalista a la nueva era de la colaboración está cambiando la pedagogía en las aulas. El modelo de enseñanza autoritario y jerárquico empieza a ceder ante experiencias de aprendizaje basadas en la colaboración. Los enseñantes desempeñan una función más «facilitadora». Impartir conocimientos es menos importante que alimentar la capacidad para pensar y aprender de una manera crítica. Los alumnos se ven estimulados a pensar de un modo más integral y se da mucha más importancia a investigar que a memorizar.

En las aulas industriales tradicionales, poner en duda la autoridad del enseñante está estrictamente prohibido y se considera que compartir ideas e información es hacer trampa. Los niños aprenden enseguida que el conocimiento es poder, un recurso valioso que se adquiere para tener ventaja sobre otros en un mercado extremadamente competitivo.

En la nueva Edad Colaborativa, los estudiantes verán el conocimiento como una experiencia compartida en el seno de una comunidad de iguales. Los estudiantes aprenden juntos en una comunidad de conocimiento compartido. El enseñante actúa como un guía que propone investigaciones y permite que los estudiantes trabajen en grupos pequeños. El objetivo es estimular la creatividad colaborativa, una experiencia muy parecida a la que viven los jóvenes al interactuar en muchas redes sociales de Internet. El cambio de un poder jerárquico en manos del enseñante a un poder lateral en el seno de una comunidad de aprendizaje supone una revolución en el campo de la pedagogía.

En las aulas convencionales, el conocimiento se trata como una serie de datos objetivos y aislados, pero en las aulas colaborativas el conocimiento está formado por los significados colectivos que damos a nuestras experiencias. Los estudiantes se ven estimulados a derribar los muros que separan las

disciplinas académicas y a pensar de un modo más integral. Los estudios interdisciplinarios y multiculturales preparan a los estudiantes para que tengan la capacidad de considerar diferentes perspectivas y sepan buscar sinergias entre fenómenos distintos.

La noción del aprendizaje como una experiencia personal y autónoma, y la concepción del conocimiento como algo que se adquiere y que se debe tratar como una forma de propiedad personal, tenían sentido en un entorno capitalista en el que la conducta humana se definía en términos similares. Pero en la Edad Colaborativa el aprendizaje se ve como un proceso colectivo y el conocimiento se concibe como un recurso que se comparte y está a la disposición de todos, lo cual refleja la noción cada vez más extendida de que la conducta humana es profundamente social e interactiva. El cambio de un estilo de enseñanza autoritario a un entorno de aprendizaje lateral u horizontal prepara mejor a los estudiantes de hoy para trabajar, vivir y prosperar en la economía colaborativa del mañana.

La nueva pedagogía colaborativa ya se aplica en centros de enseñanza y comunidades de todo el mundo. El objetivo de sus modelos educativos es liberar a los alumnos del espacio privado y cerrado de las aulas tradicionales para que puedan aprender en múltiples procomunes abiertos: el ciberespacio, la plaza pública, la biosfera.

Aulas de todo el mundo se conectan en tiempo real por medio de Skype y otros programas similares, colaborando en tareas conjuntas. Alumnos separados por miles de kilómetros forman parejas en equipos virtuales, hacen presentaciones y estudian juntos, debaten entre sí e incluso se los califica conjuntamente. El aula colaborativa global ya es toda una realidad. Skype in the Classroom, una comunidad gratuita de Internet, ya ha inscrito a 60.447 docentes en su proyecto de

aula global y se ha fijado el objetivo de conectar un millón de aulas de todo el mundo.[1]

Collaborative Classrooms, otro entorno de aprendizaje en Internet, permite a miles de enseñantes crear conjuntamente currículos en la red y compartir gratuitamente los mejores esquemas de lecciones en un procomún mundial educativo. Hoy, más de 117.000 docentes comparten currículos basados en la filosofía del código abierto, uniendo diversas comunidades de aprendizaje en un aula sin fronteras de alcance mundial.[2]

La experiencia de aprendizaje no solo está pasando del recinto cerrado del aula tradicional al espacio virtual de Internet, sino que también está llegando a los barrios y las comunidades de los que las aulas forman parte. Actualmente, millones de alumnos estadounidenses de centros de Primaria y Secundaria y de universidades de todo el país participan en el llamado «aprendizaje-servicio», que combina la enseñanza formal con la participación en la sociedad civil.

El aprendizaje-servicio se basa en el supuesto de que, a fin de cuentas, el aprendizaje no se da en solitario, sino que es una experiencia compartida y una empresa colaborativa que se plasma mejor en comunidades reales en las que la gente vive y trabaja. Los estudiantes suelen colaborar de manera voluntaria con organizaciones sin ánimo de lucro y aprenden sirviendo a su comunidad. Este aprendizaje basado en la experiencia ofrece a los estudiantes una visión más amplia del aprendizaje entendido como aportación a la comunidad y no como la simple acumulación de saber en pro del interés personal.

Por ejemplo, los alumnos podrían aprender otra lengua colaborando en un barrio donde haya muchos inmigrantes que la hablen. Si estudian la dinámica de la pobreza en ciencias sociales pueden colaborar con un banco de alimentos o un

refugio para personas sin techo. Cuatro profesores de las materias troncales de estudios sociales, lengua, matemáticas y ciencia de la Einstein Middle School de Shoreline, en el estado de Washington, reunieron a 120 estudiantes de octavo curso en un proyecto colaborativo e interdisciplinario de aprendizaje-servicio para estudiar el tema de la pobreza y la falta de vivienda. El profesor de ciencias sociales hizo que los estudiantes organizaran un «banquete Oxfam contra el hambre» al que invitaron a miembros de varias organizaciones locales de ayuda a residentes sin recursos para que hablaran de los complejos problemas que rodean la pobreza. Luego, los alumnos colaboraron como voluntarios una vez a la semana, durante cinco semanas, en ocho centros de la ciudad de Seattle que atienden a personas desfavorecidas. Los alumnos ayudaron a preparar comida y a recoger y repartir alimentos y otros productos básicos para personas sin techo, además de desarrollar relaciones personales y conversar con ellas. En clase de inglés, los estudiantes leyeron *Slake's Limbo*, una novela que relata la historia de un adolescente que, tras huir de su casa y vivir en los túneles del metro de Nueva York, aprende lo que significa vivir sin techo y con hambre. En clase de matemáticas, los alumnos estudiaron la economía de la pobreza. Al final, los alumnos hicieron trabajos sobre aspectos concretos de la pobreza local y mundial, publicaron revistas y montaron una exposición sobre temas relacionados con la pobreza para los estudiantes del centro y para la comunidad.[3]

Cuando el entorno de aprendizaje se amplía al procomún público, los alumnos toman conciencia de que la colaboración es el núcleo de lo que significa vivir como un ser social dotado de una capacidad innata para la empatía y del anhelo de formar parte de una comunidad más grande.

La noción de comunidad de aprendizaje no solo se está extendiendo hasta los límites del espacio virtual y a las comunidades locales, sino también hasta los rincones más apartados de la biosfera. Los estudiantes aprenden que la biosfera es el procomún indivisible que abarca la totalidad de nuestras restantes comunidades. Tras casi dos siglos de currículos industriales que hacían hincapié en la idea de la Tierra como un depósito pasivo de recursos útiles que había que aprovechar, explotar y transformar en capital productivo y en propiedad privada para el provecho individual, los nuevos currículos colaborativos presentan la biosfera como un procomún formado por innumerables relaciones que actúan en simbiosis para que toda la vida florezca sobre la Tierra.

Los estudiantes de la Universidad de Wisconsin en Green Bay dedican dos semanas del semestre académico a realizar trabajos de campo para la conservación del parque tropical natural de Carara en Costa Rica. Trabajan con biólogos y otros miembros del parque catalogando la fauna y la flora y vigilando las condiciones ecológicas. Además de estas tareas de carácter técnico, los estudiantes realizan otras tareas como mantener los caminos naturales, construir puentes y estaciones de observación, o plantar árboles en el pueblo colindante con el parque.

Esta experiencia de aprendizaje-servicio está pensada para que los estudiantes se sumerjan en la compleja dinámica biológica de un ecosistema tropical y tengan la oportunidad de colaborar en su gestión y conservación.[4]

Muchos centros de secundaria estadounidenses ofrecen programas de aprendizaje-servicio dedicados a la protección del medio ambiente. Unos alumnos de la Exeter High School de New Hampshire que estudiaban la calidad del aire en el centro

y en sus alrededores, descubrieron que los turismos y autobuses estacionados con el motor en marcha tenían un gran impacto en la calidad del aire y movilizaron a la comunidad para que se aprobara una ordenanza que redujera este hábito. El resultado fue una mejora notable de la calidad del aire en el centro y en sus alrededores.[5]

Gracias a muchos programas de servicio medioambiental como el anterior, los alumnos aprenden hasta qué punto la actividad del ser humano afecta al medio ambiente y cuáles pueden ser las medidas que hay que tomar para mitigar dicho impacto y devolver la salud a los ecosistemas locales. Muchos alumnos vuelven de estas experiencias con un sentido muy personal de responsabilidad hacia la comunidad que conforma la biosfera. Un estudiante que había participado en el programa de aprendizaje-servicio de Costa Rica reflexionaba así sobre el profundo efecto que había tenido esta experiencia en su visión del mundo y en su conducta personal:

> Es de suma importancia que protejamos los bosques pluviales de Costa Rica con el fin de conservar la rica biodiversidad de la zona y los recursos tan abundantes de la Tierra. Cada día reflexiono sobre el efecto de mis actos en el mundo e intento limitar mi impacto en el medio ambiente.[6]

El enfoque a la enseñanza de la era industrial, que se caracteriza por un reduccionismo que aísla y privatiza los fenómenos, está dejando paso a experiencias de aprendizaje más sistémicas diseñadas para entender las relaciones sutiles que vinculan los fenómenos en una totalidad más amplia. En entornos de aprendizaje de todo el mundo, se prepara a los alumnos para vivir en el procomún abierto de la biosfera. Cada vez hay más y más currículos que destacan la profunda conexión de nuestra especie con la naturaleza presentando a los

estudiantes las diversas formas de vida que habitan los océanos y las grandes masas de tierra, enseñándoles la dinámica de los ecosistemas, y ayudándoles a replantear la experiencia humana para poder vivir de una manera sostenible y de acuerdo con los requisitos de la biosfera.

Estas y otras iniciativas educativas están transformando la experiencia de aprendizaje: si antes se destacaba la vida en un mundo cerrado de relaciones basadas en la propiedad privada, ahora se prepara a los estudiantes para la vida en el procomún abierto del espacio virtual, la plaza pública y la biosfera.

En los Estados Unidos, el aprendizaje-servicio ha pasado de ser una actividad marginal ofrecida por algunos centros educativos a ser uno de los ejes del proceso educativo en solo veinticinco años. Un estudio reciente del aprendizaje-servicio en las universidades estadounidenses realizado por College Compact da una idea del nivel de compromiso de las instituciones de enseñanza superior con este sistema de aprendizaje y de su impacto en las comunidades donde los estudiantes prestan servicios. Este estudio, que abarcaba 1.100 universidades, reveló que el 35 % de los alumnos participaban en programas de aprendizaje-servicio. En la mitad de los centros estudiados, el aprendizaje-servicio forma parte del currículo básico de al menos una de las asignaturas principales, y el 93 % de los centros ofrecían cursos basados en aprendizaje-servicio. En 2009, la contribución de los universitarios en horas de voluntariado para la comunidad fue equivalente a 7.960 millones de dólares.[7] Otro dato impresionante es que según varios estudios de centros de Primaria y Secundaria de todos los Estados Unidos, el aprendizaje-servicio mejora la capacidad de los estudiantes para solucionar problemas, su comprensión de la complejidad cognitiva y su rendimiento en el aula y en

pruebas normalizadas, en comparación con los estudiantes que no participan en estos programas.[8]

El declive del aula física

En la gran mayoría de los países industrializados, la educación, al igual que las carreteras, las vías férreas, los servicios postales y la sanidad, es un servicio público administrado por el Estado.

Los Estados Unidos han sido una excepción —parcial— en el caso de la educación. En general, los centros de Primaria y Secundaria han sido públicos, aunque hace tiempo que en el panorama educativo también han existido centros privados sin fines de lucro. Últimamente se han incorporado al mercado centros escolares con fines lucrativos y, sobre todo, varios centros autonómos concertados como las llamadas *charter schools*. En la enseñanza superior han predominado los centros públicos y privados sin fines lucrativos y las instituciones con ánimo de lucro tienen muy poca presencia.

Con todo, los costes cada vez mayores de la enseñanza superior han provocado una crisis que ha hecho que millones de estudiantes sean incapaces de costearse una titulación universitaria de cuatro años, que puede costar hasta 50.000 dólares al año en las universidades no lucrativas de élite y hasta 10.000 dólares al año en las universidades públicas.[9] Aun con la ayuda del Gobierno, los estudiantes que obtienen préstamos para estudiar se enfrentan a tener que arrastrar una deuda enorme hasta bien entrada la madurez.

A causa de este aumento de los costes, muchos centros de enseñanza superior han recurrido al patrocinio de empresas en forma de donaciones u otras clases de acuerdos. A cambio, el sector empresarial ha ido minando la «independencia» de los centros exigiendo la privatización de los servicios que prestan,

desde los comedores y cantinas hasta los servicios de alojamiento y residencia y el mantenimiento general. La publicidad comercial prolifera en los campus y los logos de las grandes multinacionales presiden aulas e instalaciones deportivas. Las instalaciones dedicadas a la investigación, sobre todo en el campo de las ciencias naturales, están cada vez más sometidas a una gestión conjunta en la que las empresas alquilan laboratorios y contratan departamentos con el fin de realizar investigaciones privadas bajo diversos acuerdos de confidencialidad.

El conocimiento ha acabado «acotado» entre los muros de unas instituciones académicas cuyos precios de matriculación solo están al alcance de los más adinerados. Pero esto está a punto de cambiar. La revolución de Internet, que con su poder distribuido y colaborativo ha empezado a derribar unos muros que parecían inexpugnables por todo el abanico social, ha desatado toda su furia sobre la comunidad académica. El impulso para este asalto nace del mismo mundo académico y es alimentado por el mismo combustible que está revolucionando un ámbito tras otro: la lógica implacable de una revolución tecnológica multifacética que acerca los costes marginales a cero allá donde haya alguna vulnerabilidad que explotar.

La revolución del mundo académico nació en 2011, cuando Sebastian Thrun, un profesor de la Universidad de Stanford, ofreció por Internet un curso «gratuito» sobre inteligencia artificial (IA) similar al que impartía en la universidad. Puesto que en el curso de Thrun solían matricularse unos 200 estudiantes, Thrun calculó que solo se inscribirían unos miles en el curso por Internet. Pero cuando llegó el momento de impartirlo se encontró con 160.000 alumnos de todo el mundo —con la excepción de Corea del Norte— conectados por medio de sus ordenadores al aula más grande que se había congregado

para un solo curso en toda la historia. «Me quedé de piedra», confiesa Thrun. Veintitrés mil de los alumnos inscritos acabaron el curso y obtuvieron el diploma.[10]

Aunque estaba muy complacido por haber podido enseñar en un aula virtual a más alumnos de los que podría llegar a tener en varias vidas dedicadas a la enseñanza, Thrun era muy consciente de lo irónico de aquella situación. Mientras que los estudiantes de Stanford pagaban 50.000 dólares al año para asistir a cursos «de primera» como los que impartía él, el coste de poner el mismo curso a disposición de cualquier otro estudiante del mundo era prácticamente nulo. Viendo esto, Thrun fundó una universidad en la red llamada Udacity con el objetivo de ofrecer una formación de primera calidad a todos los jóvenes del mundo, sobre todo a los de países en vías de desarrollo carentes de recursos y que, de no ser por Udacity, no tendrían la oportunidad de aprender a ese nivel. Y así empezó la carrera por ofrecer cursos en Internet.

Dos colegas de Thrun especializados en ciencias de la información que colaboraron con él en el experimento del curso por Internet, Andrew Ng y Daphne Koller, fundaron otra universidad en la red con fines de lucro llamada Coursera. Mientras que Udacity crea sus propios cursos, los fundadores de Coursera han seguido otra estrategia y han reunido a varias de las principales instituciones académicas en un consorcio para ofrecer un currículo completo impartido por algunos de los mejores profesores del mundo.

Para empezar, los fundadores de Coursera obtuvieron la colaboración de las universidades de Pensilvania, Stanford, Princeton y Michigan, una colaboración que dio un gran peso académico a su proyecto. A Coursera le siguió edX, un consorcio sin fines lucrativos creado por Harvard y el MIT. En

el momento de escribir estas líneas, Coursera cuenta con la colaboración de 97 universidades y edX colabora con más de treinta. Como decía en el capítulo 1, este nuevo fenómeno educativo recibe el nombre de MOOC (del inglés, Massive Open Online Courses, 'cursos abiertos y masivos por Internet').

El modelo de Coursera, que es similar al de los demás, se basa en tres principios. En primer lugar, un curso está compuesto por segmentos de vídeo de cinco a diez minutos de duración que presenta un profesor ayudándose de efectos visuales y gráficos, e incluso de entrevistas y noticias breves, para conseguir que la experiencia sea más atractiva y tenga mayor vitalidad. Los estudiantes pueden detener y rebobinar los vídeos para repasar y asimilar el material a su propio ritmo. Los estudiantes también reciben material preparatorio antes de cada lección en el aula virtual, además de material optativo para los que estén interesados en profundizar más en la materia.

El segundo principio hace referencia al aprendizaje y la evaluación. Después de cada «videolección» los estudiantes deben responder a una serie de preguntas. El sistema puntúa las respuestas automáticamente para dar a los estudiantes una retroalimentación inmediata sobre su rendimiento. Los estudios realizados indican que estos test son alicientes que refuerzan el compromiso de los estudiantes y hacen del curso un juego intelectual en lugar de algo monótono y pesado que se debe soportar. Después de cada clase se encargan tareas que deben realizarse en casa y cada semana se otorgan calificaciones. Los cursos que requieren una calificación «humana» son evaluados por otros estudiantes con el fin de fomentar entre los participantes un sentido de responsabilidad mutua.

La idea de que los estudiantes aprenden al evaluar el rendimiento de sus compañeros ha ido ganando aceptación

entre la comunidad académica de Internet. Mitchell Duneier, un profesor de la Universidad de Princeton que imparte un curso de introducción a la sociología en Coursera, quiso saber si estas calificaciones hechas por los compañeros eran comparables a las que haría un profesor. Para ello, él y sus ayudantes calificaron miles de exámenes parciales y finales y cuando compararon sus calificaciones con las hechas por los estudiantes encontraron que la correlación era de 0,88. La calificación media dada por los estudiantes fue de 16,94 sobre un máximo de 24, y la puntuación media dada por los profesores fue muy parecida: 15,64.[11]

El tercer y último principio es la formación de grupos de estudio virtuales y reales que traspasen las fronteras políticas y geográficas, para transformar este método de aprendizaje en un aula mundial donde los estudiantes se enseñen mutuamente además de aprender de un profesor. Las universidades que participan en edX mejoran sus grupos de estudio pidiendo a exalumnos que participen voluntariamente como tutores y moderadores de grupos de debate en la red. Un profesor de Harvard, Gregory Nagy, reclutó a diez exalumnos suyos para que colaboraran como asesores para los grupos de trabajo en Internet de un MOOC basado en su popular curso «Concepts of the Ancient Greek Hero».[12] Todos los estudiantes de Coursera o de edX que finalizan un curso reciben un diploma de acreditación.

El objetivo de esta enseñanza colectiva por Internet es ofrecer a los estudiantes una experiencia de aprendizaje distribuida, colaborativa y entre iguales en un marco de procomún que los prepare para la nueva era. En febrero de 2013, Coursera tenía cerca de 2,7 millones de estudiantes de 196 países matriculados en centenares de cursos.[13]

Para el primer curso de edX, que se impartió en 2012, se inscribieron 155.000 estudiantes. Anant Agarwal, presidente de edX y anterior director del laboratorio de inteligencia artificial del MIT, cuenta que el número de inscripciones para aquel primer curso superaba el total de estudiantes que había tenido el MIT desde que fuera fundado 150 años atrás. Agarwal espera contar con mil millones de estudiantes en el próximo decenio.[14]

Como otros académicos comprometidos con el desarrollo de los MOOC, Agarwal está convencido de que este fenómeno no es más que el primer paso de una revolución en el campo de la educación que se extenderá por todo el planeta:

> [...] es la mayor innovación en el campo de la educación de los últimos 200 años [...]. Reinventará la educación [...], transformará las universidades [y] democratizará la educación a escala mundial.[15]

¿Ofrece la experiencia de aprendizaje virtual el mismo fervor intelectual que surge en el aula física tradicional? Carole Cadwalladr, periodista de *The Guardian*, relata su experiencia cuando estaba preparando un artículo sobre el fenómeno de los MOOC. Cadwalladr se inscribió en un curso de Coursera, «Introduction to Genetics and Evolution», junto con otros 36.000 condiscípulos virtuales de todo el mundo. Las clases en vídeo no la entusiasmaron demasiado, pero dice que cuando se registró en el foro de la clase en Internet se quedó «alucinada»:

> El tráfico es asombroso. Hay millares de personas preguntando —y respondiendo— por las mutaciones dominantes y la recombinación. Y se habían formado espontáneamente grupos de estudio: uno colombiano, otro brasileño, otro ruso. Hay otro grupo en Skype y hasta hay algunos en el mundo real. ¡Y todos son de lo más aplicados!

Dice Cadwalladr que, «si entre los lectores hay algún docente desilusionado, que entre en Coursera: rebosa de

personas que quieren aprender».[16]

Pero aunque el entusiasmo de los participantes en los MOOC es enorme, el número de estudiantes que acaban los cursos y aprueban los exámenes suele ser muy inferior al de los estudiantes que asisten a aulas físicas. Un estudio muy reciente revela que el porcentaje de estudiantes de cursos por Internet que suspenden o abandonan es de un 32 %, frente al 19 % de los que siguen los mismos cursos en un aula tradicional. Se han propuesto varias razones para este fenómeno y la primera de la lista es la sensación de aislamiento o separación. El contacto con otros estudiantes en un aula física genera una atmósfera de comunidad y motiva a los estudiantes a seguir el ritmo del grupo. Los estudiantes no solo se ayudan mutuamente a abordar la materia, sino también a seguir adelante. Otros estudios también indican que la mayoría de los alumnos de MOOC «siguen» las lecciones por Internet entre medianoche y las dos de la madrugada, cuando más cansados están y más les cuesta concentrarse. Por otro lado, los estudiantes de MOOC que estudian en casa también se distraen con facilidad y es más probable que se levanten del ordenador para picar algo en la cocina o hacer otra cosa más entretenida.

Las universidades que participan en iniciativas MOOC han decidido mitigar esta sensación de aislamiento ofreciendo lo que llaman «clases mixtas»: los estudiantes participan por Internet, pero también realizan proyectos de curso con otros estudiantes y con el cuerpo docente. Estudios muy recientes han revelado que añadir a los MOOC sesiones educativas limitadas en el campus hace que el rendimiento académico de los estudiantes mejore significativamente en comparación con estudiantes que no cuentan con el componente de Internet.

Otra causa de esa menor motivación es que, al principio, los MOOC solo ofrecían un «diploma de aprovechamiento» y una nota final. Sin embargo, en 2013 también empezaron a ofrecer créditos lectivos. Coursera se ha asociado con diez de las principales universidades públicas de los Estados Unidos para impartir cursos gratuitos por Internet que otorgan créditos y para poner la educación por Internet al alcance de más de 1,25 millones de estudiantes de centros públicos. Algunas universidades también exigen realizar exámenes presenciales en el campus para obtener créditos. Los docentes de las universidades participantes también tienen la opción de adaptar los MOOC añadiendo lecciones propias. La oferta de créditos para cursos finalizados con éxito ha sido un factor clave en la mejora del rendimiento y en la disminución del número de abandonos.

Ofrecer en Internet los cursos de la Universidad de Stanford cuesta de 10.000 a 15.000 dólares por curso. Los cursos con vídeos pueden costar dos veces más. Pero el coste marginal de impartir los cursos a los estudiantes se reduce al coste del ancho de banda, que es prácticamente nulo. (El coste marginal es de tres a siete dólares por persona, más o menos lo mismo que una taza grande de café y una galleta en Starbucks.)[17]

Dicho esto, ¿cómo pagan las universidades los costes fijos de los MOOC? En el caso de Coursera, las universidades pagan por el uso de la plataforma unos ocho dólares por estudiante y Coursera cobra de 30 a 60 dólares a cada estudiante que sigue un curso; teniéndolo todo en cuenta, sale casi gratis.[18] En comparación, la Universidad de Maryland, una institución pública de educación superior típica, cobra 870 dólares por curso a los estudiantes del estado de Maryland y unos 3.000 dólares a los estudiantes de otros estados.[19] Curiosamente, se

ha observado que si se exige a los estudiantes de MOOC que abonen una cantidad —aunque sea mínima— para que se certifique que han seguido un curso y que han superado el examen, es mucho más probable que lo acaben.[20] Los consorcios universitarios MOOC también han previsto ofrecer «servicios *premium*» de pago. Incluso se está debatiendo la posibilidad de «cobrar a las empresas que deseen entrar en contacto con los mejores estudiantes».[21]

Las universidades más prestigiosas confían en que la visibilidad y el alcance mundial que los MOOC otorguen a sus profesores «estrella» atraigan a sus oficinas de admisión a los estudiantes más inteligentes y capacitados. Al igual que sus homólogos en el campo comercial, esperan sacar provecho de impartir cursos gratuitos por Internet a millones de alumnos atrayendo a sus campus a un pequeñísimo porcentaje de ellos. Creen que ofrecer gratuitamente sus cursos en la red ayudará a millones de estudiantes que en circunstancias normales no se podrían permitir esa formación y que, de este modo, podrán captar un número suficiente de estudiantes excelentes para mantener su estatus en el mundo «real».

El problema es que si la mejor formación del mundo se puede impartir por Internet prácticamente gratis y con un coste marginal casi nulo, ¿qué impide que una universidad acreditada convalide por créditos la certificación de un MOOC cobrando una pequeña cantidad a los estudiantes que deseen acreditar una formación universitaria? Es muy posible que, al principio, a los potenciales empleadores no les convenza mucho la idea de contratar a alguien con créditos obtenidos mediante MOOC, pero cuantas más universidades adopten esta práctica, más probable será que estas dudas se desvanezcan y que los empleadores vean con mejores ojos los créditos obtenidos de

MOOC impartidos por algunos de los mejores académicos del mundo, que los créditos tradicionales obtenidos asistiendo a cursos impartidos por profesores de menos renombre en cualquier universidad.

Kevin Carey, director de políticas de Education Sector, un grupo de expertos con sede en la ciudad de Washington, llega al fondo del dilema al que se enfrentan los centros de enseñanza superior en un ensayo publicado en *Chronicle of Higher Education*:

> Todo esto apunta a un mundo en el que las economías de la enseñanza superior se descompongan y se reestructuren en torno al coste marginal. El coste de dar servicio a los 100.000 estudiantes que se inscriben en un MOOC es básicamente nulo, por lo que el precio también lo es. Los libros de texto basados en la filosofía del código abierto y otros recursos gratuitos en la red también harán bajar los precios de los materiales de apoyo hasta casi cero.[22]

Lo que dice Carey es más que evidente. Sea cual sea el «valor marginal» que puedan obtener las universidades de élite dando una formación gratuita a centenares de millones de estudiantes, será insignificante comparado con la pérdida de ingresos del sistema «físico» de la enseñanza superior en general cuando el coste marginal de enseñar por Internet sea casi nulo y los cursos sean prácticamente gratuitos. Ningún académico o empresario social puede creer de verdad que la formación tradicional basada en aulas físicas tal como la conocemos hoy pueda sobrevivir en un mundo donde Internet permita obtener gratuitamente la mejor educación que hoy se puede comprar con dinero.

Con esto no quiero decir que los centros tradicionales de enseñanza superior vayan a desaparecer, pero su misión cambiará de una manera radical y su papel se reducirá ante la

irrupción de los MOOC. La mayoría de los administradores y docentes universitarios aún se agarran a la esperanza de que los cursos por Internet de las mejores universidades atraigan a los estudiantes a una educación más convencional que genere ingresos. Y es que no son plenamente conscientes de que el coste marginal casi nulo de la educación en el procomún virtual mundial que ellos mismos están creando se impondrá cada vez más como nuevo paradigma de la enseñanza superior, mientras que el aprendizaje en el marco físico tradicional acabará desempeñando un papel complementario y cada vez más limitado.

Siendo así, ¿por qué hay tantas universidades dispuestas a seguir adelante? En primer lugar, y en su defensa, hay que decir que una de las principales causas es su idealismo. Desde siempre, el sueño de todo educador ha sido llevar el conocimiento del mundo a todos los seres humanos. Muchos académicos verían inmoral no hacerlo ahora que tenemos los medios. Por otro lado, también reconocen que si se mantienen al margen otros ocuparán su puesto como, de hecho, ya está sucediendo. Al igual que sus homólogos en tantos otros sectores en los que las nuevas tecnologías están haciendo posible una sociedad de coste marginal cercano a cero y de bienes y servicios casi gratuitos, se dan cuenta de que la lógica de optimizar el bienestar de toda la humanidad en un procomún colaborativo conectado en red es tan aplastante que no se puede evitar ni ignorar. Las instituciones tradicionales de enseñanza superior deberán adaptarse a la enseñanza basada en MOOC y encontrar su lugar en un procomún colaborativo que se extiende sin cesar.

Capítulo 8

EL ÚLTIMO TRABAJADOR

La misma tecnología informática y de Internet que acerca las comunicaciones, la energía, la enseñanza superior y la manufacturación a un coste marginal cero, hace lo mismo con el trabajo del ser humano. Los grandes datos, los análisis avanzados, los algoritmos, la IA y la robótica sustituyen al ser humano en los sectores de la industria, los servicios, el conocimiento y el espectáculo, planteando la posibilidad muy real de que centenares de millones de personas dejen de trabajar en la economía de mercado en la primera mitad del siglo XXI.

El final del trabajo

En 1995 publiqué un libro titulado *El fin del trabajo* en el que decía que «las tecnologías informáticas más sofisticadas acercarán cada vez más a la civilización a un mundo sin trabajadores».[1] *The Economist* publicó en portada un artículo sobre el final del trabajo en el que sus autores se preguntaban si la previsión del señor Rifkin acabaría siendo profética. Desde entonces, las previsiones que hice en 1995 diciendo que la automatización basada en las TIC irrumpiría en prácticamente todos los sectores de la economía se ha convertido en una realidad muy preocupante porque ha dejado a millones de personas sin empleo, o con subempleo, en todos los países del mundo. En todo caso, mi previsión original ha resultado ser demasiado conservadora.

En 2013, 21,9 millones de ciudadanos estadounidenses estaban desempleados, subempleados o desmoralizados y ya no figuraban en las estadísticas oficiales.[2] En 2011, el 25 % de la población activa mundial estaba sin empleo, subempleada o desmoralizada y ya no buscaba trabajo.[3] Según la Organización

Internacional del Trabajo, más de 202 millones de personas estaban sin trabajo al final de 2013.[4]

Aunque el desempleo tiene muchas causas, los economistas empiezan a darse cuenta ahora de que una de las principales es la llamada «sustitución tecnológica». Dieciséis años después de la publicación de aquel libro, *The Economist* volvió a abordar el tema del final del trabajo preguntándose qué ocurrirá, «cuando las máquinas tengan inteligencia suficiente para convertirse en "trabajadoras" o, en otras palabras, cuando el capital se transforme en trabajo».[5] Según el editorial de *The Economist*:

> Esto es lo que daba a entender el crítico social Jeremy Rifkin en su libro *El fin del trabajo* publicado en 1995 [...]. El señor Rifkin vaticinaba con clarividencia que la sociedad estaba entrando en una nueva era en la que cada vez harían falta menos trabajadores para producir toda clase de bienes y servicios [...]. Es evidente que este proceso ya ha empezado.[6]

De clarividente no tengo nada porque todos los indicios estaban ahí. En los años de crecimiento, la mayoría de los economistas estaban tan obsesionados con la teoría económica convencional —que la oferta crea demanda y que las nuevas tecnologías, si bien son disruptivas, también reducen los costes, fomentan el consumo, la producción y la innovación, y abren oportunidades para nuevas clases de trabajo— que mi mensaje cayó en saco roto. Es ahora cuando los economistas se están dando cuenta de lo que pasa.

Los economistas han observado que si bien en la Gran Recesión iniciada en 2007 se han perdido irremediablemente millones de puestos de trabajo, la productividad ha llegado a nuevos máximos y la producción se ha acelerado en todo el mundo. El sector manufacturero estadounidense es un ejemplo muy claro. Ya antes de la Gran Recesión, el aumento que

revelaban las estadísticas confundía a muchos economistas. Entre 1997 y 2005, la producción manufacturera aumentó un 60 % en los Estados Unidos, pero el sector perdió 3,9 millones de puestos de trabajo durante aproximadamente el mismo período, de 2000 a 2008. Los economistas atribuyeron esta discrepancia al espectacular crecimiento en un 30 % de la productividad entre 1993 y 2005, que permitió a los fabricantes producir más con menos trabajadores. Estos aumentos de la productividad se debieron a «la aplicación de nuevas tecnologías como la robótica y al uso de ordenadores en las plantas... [que] aumentaron la calidad y redujeron los precios, pero que también provocaron y siguen provocando despidos».[7] En 2007, los fabricantes estaban utilizando seis veces más equipo —ordenadores y *software*— que veinte años atrás, y al mismo tiempo duplicaban la cantidad de capital por hora de trabajo humano.[8]

Entre 2008 y 2012, mientras la Gran Recesión seguía eliminando trabajadores, la industria introducía *software* e innovaciones para aumentar la productividad y mantener los beneficios con plantillas más reducidas. El efecto de estas iniciativas ha sido sorprendente. Mark J. Perry, profesor de economía de la Universidad de Michigan y experto invitado del American Enterprise Institute, un grupo de expertos de orientación conservadora que tiene su sede en la ciudad de Washington, hizo los números. Según Perry, a finales de 2012 la economía estadounidense se había recuperado por completo de la recesión de 2007-2009, con un PIB de 13,6 billones de dólares (de 2005), es decir, un 2,2 % más —290.000 millones de dólares más— de producción real que en 2007, justo antes de la recesión, cuando el PIB era de 13,32 billones de dólares. Perry señala que, aunque la producción real fue un 2,2 % superior a la

del nivel de la recesión en 2007, la industria consiguió este incremento de bienes y servicios con solo 142,4 millones de trabajadores en 2012, es decir, con 3,84 millones de trabajadores menos que en 2007. La conclusión de Perry fue que «la Gran Recesión ha estimulado un aumento enorme de la productividad y la eficiencia porque las empresas han prescindido de trabajadores poco rentables y han aprendido a "hacer más con menos (menos trabajadores)"».[9]

Aunque Perry y muchos otros estén descubriendo ahora la inquietante relación entre el aumento de la productividad y la pérdida de puestos de trabajo —repito que los economistas siempre han creído que el aumento de la productividad hace crecer el empleo—, ya hace más de cincuenta años que se han ido acumulando pruebas de esta relación inversa.

Los primeros indicios de esta contradicción aparecieron en el inicio mismo de la revolución de las TIC a principios de la década de 1960, cuando se introdujo el ordenador en las fábricas con la llamada «tecnología de control numérico por ordenador». En el control numérico, un programa informático contiene las instrucciones sobre el tratamiento que se debe aplicar a las piezas de metal: indica a las máquinas cómo se producen las piezas y controla los robots de la fábrica para que monten productos con ellas. Pronto se consideró que el control numérico era «quizá el avance más importante en la tecnología manufacturera desde que Henry Ford introdujo el concepto de fabricación en serie».[10]

El control numérico por ordenador dio lugar a un aumento espectacular de la productividad y fue el primer paso en el proceso largo y constante de sustituir el trabajo humano por una tecnología informática programada y gestionada por un equipo pequeño de profesionales y técnicos. Cox and Cox, una

firma consultora de Chicago, evaluó las repercusiones de sustituir trabajadores por ordenadores y concluyó que, con las máquinas controladas por ordenador, «la revolución de la gestión ya ha llegado [...]. Gestionar máquinas en lugar de hombres».[11] Alan Smith, de Arthur D. Little, fue un poco más franco y directo cuando dijo que el control de las máquinas por ordenador indicaba que la gestión empresarial «se había emancipado del trabajador humano».[12]

Avancemos cincuenta años. Hoy en día, las fábricas gestionadas por ordenador y prácticamente sin obreros son cada vez más habituales tanto en los países muy industrializados como en los países en desarrollo. La industria siderúrgica es un botón de muestra. Como la industria de la automoción y otros sectores manufactureros de la Segunda Revolución Industrial que ejemplificaban la producción basada en el trabajo de operarios, la industria siderúrgica vive una revolución que elimina con rapidez a los trabajadores de las plantas. La informatización y la robótica han hecho que esta industria haya reducido drásticamente sus puestos de trabajo en pocos decenios. Entre 1982 y 2002, la producción de acero en los Estados Unidos pasó de 75 a 120 millones de toneladas, pero el número de trabajadores del sector cayó de 289.000 a solo 74.000.[13]

Muchos políticos europeos y estadounidenses, así como la opinión pública, culpan de la pérdida de estos puestos de trabajo a la deslocalización de la fabricación hacia países con mano de obra barata como China. Pero la realidad es que ha sucedido algo de mucha más trascendencia. Entre 1995 y 2002, mientras la economía mundial perdía 22 millones de puestos de trabajo en el sector manufacturero, la producción mundial aumentó en más de un 30 %. En los Estados Unidos, la

automatización ocasionó la pérdida del 11 % de los puestos de trabajo de este sector. Hasta en China se han perdido 16 millones de puestos de trabajo por la introducción de las TIC y la robótica en las fábricas, aunque su productividad ha crecido: ahora produce más, más barato, y con menos trabajadores.[14]

Fabricantes que hace tiempo recurrieron a la mano de obra barata de las fábricas chinas, traen la producción de vuelta a casa usando robots avanzados que son más baratos y eficientes que los obreros chinos. Los 128 brazos robóticos de la nueva fábrica de productos electrónicos de Philips en Holanda funcionan con tanta rapidez, que se encuentran tras mamparas de cristal para que los pocos supervisores de la planta no sufran heridas. La producción de esta fábrica de Philips es la misma que la de la fábrica que tiene en China, pero cuenta con una décima parte de sus trabajadores.[15]

No queriendo quedarse atrás, muchos de los principales fabricantes de China están reemplazando con rapidez su mano de obra barata con robots todavía más baratos. Foxconn, la gigante china que produce iPhones y muchos otros productos para otras empresas, tiene previsto instalar un millón de robots en los próximos años eliminando una gran parte de su plantilla. Terry Gou, consejero delegado de Foxconn —que cuenta con más de un millón de empleados— bromeó diciendo por qué preferiría un millón de robots: «Los seres humanos también son animales y dirigir a un millón de animales me da dolor de cabeza».[16]

La población de robots va en aumento en todo el mundo. En 2011, las ventas de robots crecieron un 43 % en los Estados Unidos y en la Unión Europea, acercando cada vez más el sector manufacturero a una producción sin mano de obra, o lo que en el sector se conoce como fabricación «con la luz

apagada».[17] China, India, México y otros países emergentes se están dando cuenta con rapidez de que ni los trabajadores humanos más baratos del mundo son tan baratos, eficientes y productivos como la informática, la robótica y la inteligencia artificial que los sustituye.

Hasta las industrias manufactureras que se consideraban demasiado complejas para ser automatizadas están sucumbiendo a la informatización. Aunque el sector textil fue el primero que se industrializó y la tecnología del vapor primero y la electrificación y las herramientas eléctricas que vinieron después aumentaron la productividad, gran parte del trabajo de confección se hacía a mano. Pero la informática y la robótica han empezado a encargarse de una cantidad cada vez mayor de los procesos que antes exigían trabajo humano. El diseño asistido por ordenador (CAD por sus siglas en inglés) ha reducido de semanas a minutos el tiempo necesario para diseñar prendas de vestir, y los sistemas informatizados de secado y acabado también han sustituido el trabajo manual. La informatización de la manipulación, el almacenaje, y el empaquetado y envío de las prendas acabadas también ha aumentado mucho la eficiencia y la productividad.

En cuanto a la fabricación de los tejidos, hoy se encargan de ello menos operarios que se ayudan de programas informáticos. Cincuenta años atrás, un solo operario textil se encargaba de cinco máquinas capaces de pasar un hilo por el telar cien veces por minuto. Pero las máquinas de hoy funcionan a una velocidad seis veces mayor y un solo operario supervisa 100 telares, lo que supone un rendimiento por operario 120 veces mayor.[18]

Por si fuera poco, la Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), la misma organización del Departamento de

Defensa estadounidense que inventó Internet, dirige hoy su atención a la automatización del proceso de cosido, el santo grial de la innovación en el sector textil. Dotado de un presupuesto anual de 4.000 millones de dólares para ropa militar, el ejército estadounidense intenta reducir casi a cero los costes laborales de confeccionar los uniformes y ha concedido a SoftWear Automation, Inc. una subvención para que automatice totalmente la última fase de la confección de las prendas, una tarea que aún se hace a mano, mediante robots controlados por ordenador. De tener éxito, el nuevo sistema eliminará los casi 50.000 trabajadores empleados por los contratistas para producir la vestimenta militar con el objetivo de lograr que el coste marginal laboral se acerque a cero.[19]

Durante años, la automatización supuso un coste inicial muy elevado que solo estaba al alcance de las principales empresas manufactureras, pero en los últimos años este coste se ha reducido mucho, lo cual ha permitido que fabricantes medianos y pequeños puedan aumentar considerablemente su productividad aun reduciendo su plantilla. Webb Wheel Products es una empresa estadounidense que fabrica componentes para frenos de camiones. En solo tres años, su empleado más reciente, un robot Doosan V550M, ha producido 300.000 tambores más al año —un aumento de la producción del 25 de %— sin haber tenido que contratar ni un solo operario más.[20]

Si el ritmo actual de la introducción de tecnologías en el sector manufacturero se mantiene —y los analistas de la industria esperan que se acelere—, es muy probable que los puestos de trabajo en las fábricas, que en 2003 eran de 163 millones, caigan a unos pocos millones en 2040 señalando el final del trabajo fabril masivo en el mundo.[21] Hace falta cierta

medida de trabajo humano para fabricar robots, crear nuevas aplicaciones informáticas para gestionar los flujos de producción, y mantener y mejorar los programas y sistemas, pero incluso este trabajo profesional y técnico va a la baja porque la tecnología inteligente es cada vez más capaz de reprogramarse. Costes iniciales aparte, el coste laboral marginal de la producción automatizada de unidades adicionales de un producto se acerca más a cero cada día que pasa.

La logística es otro de los sectores que, al igual que el textil, ha podido automatizar gran parte de sus procesos pero aún depende mucho del trabajo humano. La capacidad de enviar correos electrónicos a todo el mundo en cuestión de segundos y con un coste marginal de personal casi nulo, ha acabado con los servicios postales de todos los países. El servicio postal estadounidense, que hace solo diez años era la empresa más grande del país con más de 700.000 empleados, ha pasado a contar con menos de 500.000 empleados en 2013. No hace tanto que se enorgullecía de la automatización de su sistema de clasificación y manipulación, que era tenido por el más avanzado del mundo, pero ahora se halla al borde de la desaparición porque el correo postal pierde cada día más terreno frente al correo electrónico.[22]

La automatización está sustituyendo trabajadores en todo el sector de la logística. Amazon, que es tanto una empresa de logística como un minorista virtual, utiliza vehículos inteligentes dirigidos automáticamente, robots y sistemas de almacenamiento automatizados para eliminar la intervención humana —mucho menos eficiente— en cada paso de la cadena logística de valor para así acercarse lo más posible a unos costes de personal casi nulos.

Este objetivo está ahora más próximo con la introducción de los vehículos sin conductor. La posibilidad de sustituir la conducción manual por vehículos sin conductor que circulen por vías inteligentes, en otros tiempos relegada al campo de la ciencia ficción, pronto será una realidad. Actualmente hay más de 2,7 millones de conductores de camión solo en los Estados Unidos.[23] En 2040, los vehículos sin conductor con unos costes marginales de personal casi nulos podrían dejar sin trabajo a la mayor parte de ellos. (Los vehículos sin conductor se tratarán con más detalle en el capítulo 13.)

La automatización, la robótica y la IA están eliminando puestos de trabajo en las tareas de administración y en el sector de servicios a la misma velocidad que en los sectores de la manufacturación y la logística. En los últimos veinticinco años, muchos puestos de trabajo de oficina y administración — secretarios, recepcionistas, agentes de viajes, cajeros y muchísimos otros puestos similares— han ido desapareciendo, y la automatización de sus funciones ha reducido casi a cero el coste marginal de personal.

The Hackett Group, una consultora especializada en el empleo administrativo, calcula que en los Estados Unidos y en la Unión Europea se han perdido dos millones de puestos de trabajo desde el principio de la Gran Recesión en los departamentos de recursos humanos, finanzas, informática y compras, y que más de la mitad de esta pérdida se debe a la introducción de tecnología en forma de automatización.[24]

La automatización también se está introduciendo en el sector minorista, que en los Estados Unidos da trabajo a una de cada diez personas. Aunque las tareas de administración, almacenamiento y transporte eran candidatas muy claras a la automatización, los observadores de este sector siempre han

creído que al menos el personal de ventas se libraría del despido por la naturaleza social de sus relaciones con los clientes. Pero no ha sido así.

Las máquinas expendedoras y los quioscos de hoy venden de todo, desde trajes de baño a iPods e incluso monedas de oro. En 2010, las ventas al por menor mediante máquinas expendedoras y de autoservicio llegaron a 740.000 millones de dólares. Los observadores del sector calculan que esta cifra llegará a 1,1 billones de dólares en 2014.[25]

La cadena Walmart ya cuenta con terminales de cobro donde el cliente mismo pasa por caja los productos comprados y piensa tener instalados otros 10.000 terminales en más de 1.200 establecimientos a finales de 2013. Este coloso del sector minorista también está instalando el sistema de cobro Scan and Go en 40 de sus tiendas de la zona de Denver, Colorado. Mediante una aplicación para iPhone, los clientes leen el código de barras de los productos que compran antes de dejarlos dentro del carro. Cuando un cliente termina de comprar, presiona el botón «Fin» y la aplicación genera un código QR (de respuesta rápida) exclusivo para él. Luego, el cliente sale por un cajero automático que lee el código QR del teléfono. Tras calcular el importe, el cajero solicita al cliente que elija una forma de pago.[26]

A pesar de que los minoristas con tienda física intentan automatizar cada vez más sus operaciones para poder reducir los costes de personal, siguen cediendo terreno ante los minoristas que venden en la red con unos costes marginales de personal casi nulos. A primera vista, las ventas de los establecimientos físicos parecen estar sanas, por no decir robustas. En 2011 supusieron el 92 % del comercio minorista frente a solo el 8 % del comercio por Internet.[27] Pero cuando

examinamos el tema un poco más a fondo empezamos a ver por dónde irán las cosas. Según la National Retail Federation estadounidense, las ventas en establecimientos físicos solo aumentan un 2,8 % anual, mientras que las ventas por Internet crecen a un 15 %, lo que plantea la pregunta de hasta cuándo podrá competir el comercio minorista físico, con sus considerables costes fijos y de personal, con el comercio por Internet y su coste marginal de personal mucho menor.[28] La lista de bajas no deja de crecer. La cadena de librerías Borders y las tiendas de electrónica Circuit City, gigantes del sector minorista hasta hace muy poco, ya han sucumbido ante el bajo coste marginal de personal de la venta por Internet. Ante la previsión de que las ventas en la red se dupliquen en 2020, es probable que muchos más minoristas con presencia física, cuyo margen de beneficios no deja de caer, también sucumban frente al comercio minorista virtual.[29]

Los comercios con presencia física se hallan en un buen aprieto: se han convertido involuntariamente en espacios de exposición de libre acceso donde los clientes examinan los productos que luego compran por Internet. Hay aplicaciones para iPhone que nos permiten leer la etiqueta de un producto en una tienda y nos ofrecen en el acto los precios a los que podemos comprarlo en Internet, con la seguridad de que será más barato en Amazon u otra tienda virtual, y casi siempre sin gastos de envío.

Algunos minoristas con tiendas físicas se enfrentan al problema de los clientes que se prueban ropa y zapatos en sus tiendas para saber qué talla gastan y que luego compran los artículos por Internet. Gary Weiner, propietario de la tienda Saxon Shoes de Virginia y dirigente de la National Shoe Retailers Association, comparte la preocupación de un número

cada vez mayor de minoristas que se enfrentan a este fenómeno. Dice Weiner que es muy habitual que un niño o un adolescente entre en su tienda de calzado y diga: «Me ha enviado mi madre porque quiere comprarme el calzado por Internet y quiere saber qué número gasto».[30] Para combatir este fenómeno, algunas tiendas están empezando a cobrar a quien se prueba género, pero otros comerciantes piensan —probablemente con razón— que si lo hacen acabará por no entrar nadie en su establecimiento.[31]

Varios minoristas intentan adaptarse al comercio por Internet animando a sus clientes a comprar en su propia tienda virtual y a recoger el pedido en la tienda física, algo que, bien mirado, convierte a las tiendas físicas en minicentros de distribución. Pero no es probable que estas medidas sirvan de mucho ante los costes cada vez más elevados de mantener un establecimiento comercial.

Muchos gigantes del comercio minorista como Best Buy, Target y Walmart intentan curarse en salud reforzando su presencia en Internet. Otros —sobre todo cadenas de grandes almacenes tradicionales como Macy's, Nordstrom y Neiman Marcus— simplemente van a perder mucha presencia o incluso a desaparecer por completo a medida que el comercio virtual se vaya extendiendo. Muchas tiendas de moda que operan en la red ya ofrecen probadores virtuales. El cliente puede crear un modelo virtual de su cuerpo comunicando su sexo, su talla y su edad, y sus medidas de busto, cintura y cadera. Con solo usar el ratón, el cliente hasta puede comprobar cómo le quedará una prenda desde ángulos diferentes.

Cada vez hay más analistas del sector que vaticinan la desaparición inminente de grandes segmentos del comercio minorista físico tradicional. Según Jason Perlow, director de la

sección de tecnología de ZDNet, las cadenas de tiendas de conveniencia como 7-Eleven, las cadenas de parafarmacia como Walgreens y las de supermercados como Kroger seguirán abriendo sus puertas, y lo mismo cabe decir de tiendas de artículos de lujo o de alta cosmética como Crabtree & Evelyn y de grandes minoristas como Walmart; pero una gran parte de los establecimientos físicos va a desaparecer, sobre todo cuando lleguen a la mayoría de edad los jóvenes de esta generación que ha crecido comprando en Internet.

Dice Perlow que si bien los establecimientos físicos no van a desaparecer totalmente, dentro de «diez años [la] presencia del comercio minorista será una sombra de lo que ha sido y la competencia del comercio virtual solo permitirá que sobrevivan los más fuertes».[32]

Al comercio minorista le espera la misma suerte que a tantos otros sectores en los que la automatización ha reducido con rapidez el trabajo humano. Lo que podemos decir es que, en el mejor de los casos, a medida que nos acercamos más y más a unos costes marginales de personal casi nulos y a un mundo prácticamente sin trabajadores, el futuro no pinta muy bien para los 4,3 millones de personas que trabajan en el sector minorista de los Estados Unidos.[33]

Los trabajadores del conocimiento también son prescindibles

En 2005, las pruebas de carácter anecdótico de que la automatización sustituía a los trabajadores de los sectores manufacturero y de servicios ya habían dejado de ser una curiosidad. La automatización era un fenómeno omnipresente. Parecía que, miráramos donde miráramos, los trabajadores humanos habían desaparecido y en su lugar veíamos máquinas inteligentes que nos hablaban, nos escuchaban, nos indicaban y

aconsejaban, comerciaban con nosotros, nos entretenían o vigilaban. Al principio, esta ausencia de trabajadores tenía cierta gracia, aunque a veces también era irritante y, en ocasiones, muy inquietante. Hoy es algo habitual. Con todo, este fenómeno pasó bastante desapercibido hasta cerca de 2010, cuando hubo una avalancha de libros nuevos con títulos alarmantes como *The Race Against the Machine*, *Light at the End of the Tunnel* y *Automate This* que advertían del impacto de la automatización en el mundo del trabajo. Sus autores aparecían en programas de entrevistas y su mensaje de que estábamos a las puertas de un mundo sin trabajadores empezó a captar la atención de los medios sociales e incluso dio pie a algunos comentarios de políticos, grupos de expertos, economistas y hasta del presidente Obama.

Se está empezando a escuchar el murmullo de lo que, casi con toda seguridad, se convertirá en un debate político de alcance mundial en torno a la automatización y el futuro del mercado laboral. En parte, este debate ha surgido porque la recuperación que ha seguido a la Gran Recesión no se ha plasmado en la creación de empleo. La desconexión entre el crecimiento del PIB y la reducción del empleo es tan patente que es difícil seguir ignorándola, aunque aún me sorprende que, a estas alturas, tan pocos economistas estén dispuestos a dar un paso al frente y reconozcan, de una vez por todas, que el supuesto subyacente a la teoría económica clásica —que la productividad genera más puestos de trabajo de los que destruye— ha dejado de ser creíble.

La otra razón por la que sospecho que el gran debate en torno a la automatización puede estar a punto de estallar es que, por primera vez, las innovaciones en el uso de grandes datos, la creciente sofisticación de los algoritmos y los avances en IA están escalando los peldaños de la jerarquía laboral y

afectan ya al trabajo profesional, que hasta ahora se había considerado inmune a las fuerzas de la automatización y a las incursiones de la tecnología en el ámbito laboral. Se están creando sistemas capaces de reconocer pautas, plantear hipótesis, generar respuestas autoprogramadas, implementar soluciones, descifrar comunicaciones e incluso traducir metáforas complejas de un lenguaje a otro en tiempo real y con una exactitud cercana a la de los mejores traductores.

Los avances en la IA se están aplicando hoy a toda una gama de disciplinas profesionales para mejorar la eficiencia y la productividad y reducir el trabajo humano. El llamado e-discovery, o examen informatizado de documentos, se basa en programas que puede examinar con todo detalle millones de documentos legales en busca de pautas de conducta, hilos de pensamiento, conceptos, etc., a una velocidad que ni los mejores abogados formados en Harvard pueden igualar y con un nivel de análisis al que ni los mejores especialistas en derecho podrían aspirar. El ahorro en coste de personal es igualmente impresionante.

John Markoff, periodista del *New York Times*, cita el ejemplo de un pleito de 1978 muy seguido por el público estadounidense que implicaba a cinco estudios de televisión, el Departamento de Justicia de los Estados Unidos y la cadena CBS. Los abogados de los estudios y sus asistentes se enfrentaron a la tarea nada envidiable de leer de cabo a rabo más de 6 millones de documentos a lo largo de varios meses, con un coste de 2,2 millones de dólares en horas de trabajo. En enero de 2011, BlackStone Discovery, una empresa de Palo Alto, California, analizó 1,5 millones de documentos legales usando un programa e-discovery con un coste inferior a 100.000 dólares. Según Bill Herr, abogado de una empresa química estadounidense que solía reunir a un ejército de abogados en un

auditorio para que leyeran documentos varias semanas seguidas, «desde el punto de vista del personal, [esta tecnología] significa que muchas personas que solían dedicarse a la revisión de documentos ya no pueden facturar a nadie».[34] Mike Lynch, fundador de otra firma de e-discovery llamada Autonomy, calcula que con este *software* un solo abogado puede hacer el mismo trabajo que 500 y con más exactitud. Usando este *software*, Herr descubrió que cuando el examen lo realizaban abogados el nivel de exactitud rondaba el 60 %, y se quejó diciendo: «[P]ensemos en todo el dinero que se ha malgastado para obtener resultados solo un poco mejores que lanzando una moneda al aire».[35]

Muy pocos profesionales se libran del largo brazo de las TIC y del tratamiento intensivo de grandes datos por medio de algoritmos. Trabajadores del conocimiento de todo tipo y en todos los campos profesionales —desde radiólogos y contables a diseñadores gráficos, mandos intermedios e incluso expertos en marketing— están sintiendo los efectos de la presencia del *software* de reconocimiento de pautas. Mike McCready dirige una empresa de reciente creación llamada Music Xray que utiliza algoritmos aplicados a grandes datos con el fin de identificar posibles éxitos musicales. La empresa, que ha firmado contratos de grabación con más de 5.000 artistas en menos de tres años, emplea un *software* muy complejo para comparar la estructura de una canción con la de canciones grabadas anteriormente para evaluar cuál es su potencial para aparecer en las listas de éxitos. Music Xray presenta una trayectoria impresionante previendo con exactitud el éxito de canciones de artistas desconocidos. Un programa similar desarrollado por Epagogix para la industria del cine analiza guiones de películas para determinar su posible éxito en

taquilla.[36] El programa ha tenido tanto éxito que la evaluación por algoritmos ya forma parte de la industria cinematográfica. En el futuro, estos instrumentos de previsión eliminarán la necesidad de invertir mucho dinero en contratar agentes de marketing, formar grupos de sondeo y aplicar otras técnicas de investigación de mercado cuya exactitud palidece al lado de la que ofrece el tratamiento de grandes datos por medio de algoritmos.

Incluso se utilizan grandes datos y algoritmos para la redacción de reportajes y artículos deportivos de carácter informal, rebosantes de información interesante. Big Ten Network, un canal de televisión estadounidense dedicado al deporte universitario, prescinde de redactores humanos y utiliza algoritmos para componer artículos originales que se publican segundos después de los partidos.[37]

La inteligencia artificial dio un gran salto hacia el futuro en 2011, cuando un ordenador de IBM llamado Watson —en honor a un antiguo presidente de la empresa— se enfrentó a Ken Jennings, que ostentaba un récord de 74 victorias en el popular programa de televisión *Jeopardy*, y lo derrotó. El duelo, que supuso un premio de un millón de dólares para IBM, dejó pasmados a los telespectadores que vieron a su mito de *Jeopardy* sucumbir ante el «sabelotodo» Watson. Este ordenador de IBM es un sistema cognitivo capaz de integrar «procesamiento de lenguaje natural, aprendizaje automático y generación y evaluación de hipótesis» para responder a preguntas y problemas, explica muy ufano su creador.[38]

Watson ya se ha puesto a trabajar. Ejecuta un *software* de análisis desarrollado por IBM para ayudar a los médicos a diagnosticar con rapidez y precisión. Este *software* analiza

grandes datos en forma de expedientes electrónicos de millones de pacientes y de artículos de revistas médicas especializadas.[39]

Los planes que tiene IBM para Watson van mucho más allá de las necesidades especializadas de la investigación y del tratamiento de grandes datos. Watson se está ofreciendo en el mercado como asistente personal para que empresas y hasta consumidores puedan conversar con él por escrito o de viva voz en tiempo real. Según IBM, esta es la primera vez que la inteligencia artificial pasa de un modo simple de preguntas y respuestas, a un modo conversacional con una interacción más personal y con respuestas adaptadas a cada pregunta.[40]

Los científicos que trabajan en IA nos dirán que el principal obstáculo para su industria es superar la barrera del lenguaje. Captar la riqueza del significado de frases y metáforas complejas en un idioma para traducirlas a otro, quizá sea la más difícil de las tareas cognitivas y la más singular de las capacidades humanas. Con los años, he pasado mucho tiempo con intérpretes en conferencias y congresos y, cuando ha sido necesario, en actos sociales. Me maravilla su capacidad para captar lo que digo —y no me refiero solo al texto, sino a las inferencias sutiles de mi tono de voz, mis énfasis y hasta mis expresiones faciales y mi lenguaje corporal— y traducir sin vacilación todos estos niveles de significado a otras personas mediante palabras que resuenan con la misma intención que yo les he dado. Los intérpretes y traductores mediocres establecen una correspondencia literal entre palabras de dos idiomas diferentes. Sus traducciones parecen hechas por máquinas y los significados se mezclan y confunden. Los mejores traductores son artistas capaces de vivir en dos mundos cognitivos distintos al mismo tiempo.

Siempre he sido escéptico sobre la posibilidad de que la IA pueda superar a los traductores e intérpretes de primera, pero algunos avances muy recientes están más cerca de conseguir esa meta. Lionbridge es una empresa que ofrece traducción simultánea a servicios de atención al cliente por Internet: los clientes hablan en su idioma y su programa GeoFluent traduce al instante lo que dicen. GeoFluent está basado en una tecnología desarrollada por Microsoft y puede traducir entre 39 idiomas, y aunque aún no es tan competente como los mejores traductores, es suficiente para superar la barrera idiomática y reunir a la tercera parte de la humanidad que ya se conecta a Internet en la primera conversación mundial de la historia, acelerando la transición hacia un procomún universal y la Edad Colaborativa.[41]

En el plazo de un decenio, empresarios, trabajadores y viajeros dispondrán de aplicaciones para móviles con las que podrán conversar sin esfuerzo, por Internet o cara a cara, con personas de otras lenguas. La mayoría de los entre 150.000 y 300.000 intérpretes bien preparados y caros que existen hoy, correrán la misma suerte que los cajeros y los oficinistas porque la IA dará servicios de traducción simultánea con un coste marginal de personal casi nulo, dejando sin futuro a otra categoría profesional.[42]

Nos hallamos frente a un cambio de proporciones colosales en el mundo laboral. La Primera Revolución Industrial acabó con el trabajo de esclavos y siervos. La Segunda Revolución Industrial redujo de una manera drástica el trabajo agrícola y artesanal. La Tercera está dando la puntilla al trabajo asalariado masivo de los sectores de la industria y los servicios, y a muchas categorías de empleo en el sector profesional.

Las TIC, la informática, la automatización, los grandes datos, los algoritmos y la IA que conforman el Internet de las cosas están reduciendo casi a cero, y con mucha rapidez, los costes marginales de personal en la producción y el envío de una gran variedad de productos y servicios. De no suceder un imprevisto, a medida que nos vayamos adentrando en el siglo XXI una parte cada vez mayor de la actividad económica productiva de la sociedad estará en «manos» de una tecnología inteligente supervisada por grupos pequeños de profesionales y técnicos muy cualificados.

La sustitución total de los trabajadores y profesionales asalariados por esta tecnología inteligente está empezando a alterar el funcionamiento del sistema capitalista. Lo que los economistas temen tanto plantearse es qué ocurrirá con el mercado capitalista cuando los aumentos de productividad provocados por la tecnología inteligente sigan reduciendo la necesidad de trabajo humano a causa de la divergencia entre productividad y empleo que hace que la primera, en lugar de alimentar al segundo, lo esté eliminando. Dado que capital y empleo se alimentan mutuamente en los mercados capitalistas, ¿qué sucederá si por el hecho de haber tan pocas personas asalariadas no hay compradores suficientes para los bienes y servicios que se ofrezcan?

Para empezar, la naciente economía de coste marginal cero cambia por completo la noción del proceso económico. El antiguo paradigma basado en propietarios y trabajadores, en vendedores y consumidores, se está empezando a resquebrajar. La conversión de los consumidores en productores eliminará esa distinción. Los prosumidores producirán, consumirán y compartirán cada vez más sus propios bienes y servicios en el procomún colaborativo con unos costes marginales que se irán acercando a cero, con lo cual surgirán maneras nuevas de

organizar la vida económica más allá del modelo de mercado capitalista tradicional.

En segundo lugar, gran parte del empleo humano liberado por la automatización del trabajo en todos los sectores de la economía de mercado se está trasladando a la naciente economía social. En esta nueva era, la participación plena en el procomún colaborativo adquiere la misma importancia que ha tenido el esfuerzo en la economía de mercado, y el capital social adquiere el mismo valor que se ha otorgado al capital de mercado. La participación en la comunidad y la búsqueda de trascendencia y significado definirán la medida de nuestra vida más que nuestra riqueza material.

A quien esto le suene descabellado o inalcanzable deberé recordarle que millones de jóvenes están empezando a pasar del orden antiguo al nuevo. Los miembros de la generación de Internet se consideran más participantes que trabajadores, creen que sus cualidades son más talentos que capacidades y prefieren expresar su creatividad en redes sociales en lugar de tener que trabajar en tareas encasilladas propias del mercado. Para un número creciente de jóvenes, la naciente economía social del procomún ofrece más oportunidades para el crecimiento personal y recompensas anímicas más intensas que el empleo tradicional en los mercados capitalistas. (La migración de empleo de la economía capitalista de mercado a la economía social del procomún colaborativo se abordará más a fondo en el capítulo 14.)

Si la máquina de vapor liberó a los seres humanos de la esclavitud feudal para que pudieran ocuparse de sus propios intereses materiales en el mercado capitalista, el Internet de las cosas libera al ser humano de la economía de mercado para que se ocupe de los intereses inmateriales colectivos en el procomún colaborativo. En una sociedad de coste marginal casi

nulo podremos satisfacer muchas de nuestras necesidades materiales básicas —aunque no todas— de una manera casi gratuita. La tecnología inteligente se encargará de la mayor parte del trabajo pesado en una economía más basada en la abundancia que en la escasez. Dentro de medio siglo, es probable que nuestros nietos vuelvan la mirada atrás, a la era del empleo masivo en el mercado, con la misma sensación de incredulidad con la que nosotros vemos la esclavitud y la servidumbre de épocas pasadas. La idea misma de que el valor de un ser humano se midiera casi exclusivamente por su nivel de producción de bienes y servicios materiales les parecerá primitiva e incluso brutal, y nuestra progenie, que vivirá en un mundo automatizado, la verá como una terrible pérdida de valor humano.

Capítulo 9

EL AUGE DEL PROSUMIDOR Y LA CREACIÓN DE LA ECONOMÍA INTELIGENTE

En el procomún colaborativo, los prosumidores sustituyen a los vendedores y compradores, la libertad de compartir vence a los derechos de propiedad, el acceso cuenta más que la propiedad, las redes sustituyen a los mercados y el coste marginal de crear información, generar energía, manufacturar productos y formar a los estudiantes es casi nulo. Todo esto plantea un interrogante fundamental: ¿cómo se va a financiar la infraestructura del nuevo Internet de las cosas que lo hace posible? (La cuestión del gobierno y la administración de una sociedad de coste marginal cercano a cero se abordará por separado en el capítulo 12.)

La polémica del coste marginal

La cuestión de la financiación de las infraestructuras ya se había planteado antes, en los años treinta y cuarenta del siglo pasado. En aquella época, se la llamó «polémica del coste marginal» y dio lugar a un debate muy encendido entre economistas, dirigentes empresariales y políticos. Pero lo que entonces era un tema más bien abstracto hoy es una de las cuestiones políticas más importantes que afronta la sociedad. Es muy probable que la opción que elijamos para financiar una sociedad de coste marginal casi nulo determine la manera de organizar la vida económica, social y política en lo que queda del siglo XXI.

En diciembre de 1937, el economista Harold Hotelling, presidente saliente de la Econometric Society, presentó ante la Asamblea General de la asociación una ponencia bastante esotérica titulada «Relación del bienestar general con los

problemas fiscales y con las tarifas de los ferrocarriles y los servicios públicos».

Hotelling empezó destacando que «el nivel óptimo del bienestar general se logra cuando el precio al que se vende cualquier cosa equivale a su coste marginal».[1] Naturalmente, si las empresas vendieran sus productos cobrando solo el coste marginal pronto tendrían que echar el cierre porque no podrían recuperar su inversión de capital, y esta es la razón de que todos los empresarios incluyan los costes iniciales en la venta de cada unidad.

Pero Hotelling también señaló que hay ciertas clases de bienes —los servicios públicos— que no dan lugar a ninguna competencia porque todo el mundo los necesita, como es el caso de carreteras y puentes, agua y alcantarillado, líneas férreas, redes de distribución eléctrica, etc. En general, estos servicios ofrecen infraestructuras al resto de la actividad económica y exigen inversiones muy importantes de capital; pero también favorecen el monopolio natural porque la competencia en la construcción de carreteras, puentes o sistemas de alcantarillado, o en el suministro de agua o electricidad, supondría un despilfarro de recursos colosal.

Todo esto plantea la pregunta de cómo habría que costear las infraestructuras y los bienes y servicios públicos. Para Hotelling, puesto que el gran público se beneficiaría mucho si solo pagara el coste marginal de lo que usara, la mejor manera de financiar los costes iniciales de crear servicios y bienes públicos sería recurrir a las arcas del Estado y, concretando más, a los impuestos. Hotelling se decantaba por sufragar estos costes mediante los impuestos sobre la renta, las sucesiones y los bienes inmuebles, y creía que «todo el mundo saldría

ganando» si el Estado financiara con ellos la creación de estas infraestructuras sin competencia.[2]

Para aclarar su argumentación, Hotelling citó el ejemplo de un puente.

> Construir un puente de paso gratuito no cuesta más que construir un puente de peaje y es menos costoso de operar; pero la sociedad, que de uno u otro modo debe pagar el coste, obtiene mucho más beneficio del puente si es gratuito porque, en tal caso, se utilizará más. Cobrar un peaje, aunque sea muy pequeño, hará que algunas personas pierdan tiempo y dinero siguiendo otras rutas más largas pero más baratas, y disuadirá a otras personas de usar el puente.[3]

Hotelling reconocía que si bien financiar los gastos generales de los bienes y servicios públicos podría afectar negativamente a algunos contribuyentes —en función de la clase de impuesto — y, sobre todo, a los más adinerados en el caso de los impuestos sobre sucesiones y bienes inmuebles, ello supondría una carga pequeña para los miembros más ricos del país en comparación con los beneficios para el bienestar general.

Hotelling concluyó afirmando que los ingresos generales del Gobierno se deberían «destinar a cubrir los costes fijos de las centrales eléctricas, las plantas de tratamiento y depuración de aguas, los ferrocarriles y otras industrias con costes fijos elevados para reducir las tarifas cobradas por los servicios y productos de estas industrias al nivel de los costes marginales».[4] Muchos de los economistas más destacados de la época estuvieron de acuerdo con el planteamiento de Hotelling, convencidos de que era el enfoque más racional para servir al bien público.

Pero la propuesta de Hotelling no convenció a todos los economistas. Los partidarios más tradicionales de la libre empresa reconocían que los servicios públicos —sobre todo los

que crean infraestructuras— carecían de competencia y que, en esos casos, el coste medio de poner en el mercado unidades adicionales seguiría bajando por la constancia de la demanda. Según ellos, era más acertado cobrar por «la reducción del coste medio» para que las empresas pudieran recuperar su inversión sin necesidad de que el Estado interviniera en la vida económica del país.

En 1946, otro economista, Ronald Coase, entró en liza para refutar la tesis de Hotelling afirmando que las subvenciones públicas por las que abogaba Hotelling «darían lugar a una mala distribución de los factores de producción y de los ingresos y, probablemente, a una pérdida similar a la que su propuesta pretendía evitar».[5]

Coase coincidía con Hotelling en que el precio debería equipararse al coste marginal, pero también creía que había que cubrir el coste total. Propuso un plan de tarifas multiparte en el que quienes usaban el servicio pagaban una cantidad adicional en concepto de gastos de entrega, además del precio correspondiente al coste marginal. De este modo, quienes hacían uso del servicio pagarían algo más que los contribuyentes, algunos de los cuales ni siquiera harían uso de él. Según Coase, las tarifas multiparte permitirían cubrir tanto el coste marginal como el coste total.[6]

Para no entrar con excesivo detalle en los matices de aquella polémica en torno al coste marginal, bastará decir que se acabó imponiendo la postura de Coase a favor del mercado libre. En 1946, el sentir general volvió a coincidir con quienes abogaban por un mercado sin trabas en el que los monopolios naturales quedaran en manos privadas y donde las empresas, en lugar de recibir subvenciones, pudieran fijar sus precios por encima de los costes marginales para poder recuperar sus

inversiones. Hoy en día sigue imperando el mismo razonamiento. Según John Duffy, profesor de la facultad de derecho de la Universidad George Washington, «En pocas palabras, los teóricos modernos del servicio público no recomiendan un uso generalizado de subvenciones estatales para alcanzar el santo grial de una política de precios que no supere los costes marginales».[7]

En realidad, el argumento de que el Estado no debería financiar infraestructuras para bienes y servicios públicos y de que los monopolios naturales deberían poder fijar sus precios por encima de los costes marginales para recuperar los costes fijos tiene mucho de falaz. Muchos economistas partidarios del mercado que se oponen a las subvenciones estatales, hacen la vista gorda ante el hecho de que las empresas privadas consideradas de servicio público y que gozan de una posición casi de monopolio, sean precisamente las más subvencionadas con dinero de los contribuyentes.

En los Estados Unidos, más de la mitad de los fondos para subvenciones estatales van a parar a cuatro sectores: finanzas, servicios y bienes públicos, telecomunicaciones y el complejo del petróleo y el gas que incluye los oleoductos y gasoductos. Con la excepción de las finanzas, todos llevan el sello de servicio público. Entre 2008 y 2010, las empresas suministradoras de gas y eléctricidad recibieron más de 31.000 millones de dólares en subsidios públicos, el sector de las telecomunicaciones recibió más de 30.000 millones y el sector del petróleo y el gas recibió 24.000 millones.[8]

Antes de las medidas de desregulación y privatización de la década de 1980, estos sectores eran propiedad del Estado y se financiaban con fondos públicos en la mayoría de los países industrializados para que el consumidor disfrutara de unos

precios relativamente baratos. Pero, en los Estados Unidos, la mayoría de ellos habían permanecido en el sector privado y aunque las distribuidoras de gas y electricidad estaban reguladas por el Gobierno podían fijar precios por encima de sus costes marginales; de este modo, podían obtener beneficios al tiempo que gozaban de subsidios públicos muy sustanciosos.

Aquellos subsidios ni siquiera incluían la protección de la propiedad intelectual que otorga el Gobierno en forma de patentes. La función original de la propiedad intelectual era fomentar la invención para que los empresarios pudieran recuperar sus inversiones, pero desde hace ya mucho tiempo ha desempeñado una función diferente que ha permitido que los monopolios naturales disfruten de otro monopolio sobre los productos y servicios que entregan y cobren unos precios que superan en mucho sus costes marginales.

Todo esto podría haber pasado desapercibido de no ser por el auge meteórico de Internet, que ha reducido el coste marginal de obtener información casi a cero. Poco después se produjo la caída del coste marginal de la energía solar y eólica y de otras energías renovables, de la impresión 3D y de los cursos de enseñanza superior por Internet.

El Internet de las cosas es la primera plataforma tecnológica de uso general de la historia que, en potencia, puede acercar a grandes partes de la economía a unos costes marginales casi nulos. Y esto es lo que hace que el debate en torno al coste marginal sea tan importante para el futuro de la humanidad. Que el potencial de la infraestructura IdC se acabe haciendo realidad vendrá determinado por quién financie la plataforma. La lucha por su control ya se está librando —la mayor parte entre bastidores— en parlamentos, comisiones reguladoras, tribunales, salas de juntas de grandes empresas, entidades civiles y círculos académicos de todo el mundo. De

momento solo han llegado a la conciencia pública algunos fragmentos de este debate, pero es probable que esto cambie en los próximos años, cuando las nuevas generaciones decidan cuál es el futuro económico que desean.

Poder para el pueblo

La cuestión es si los prosumidores que han crecido en un entorno caracterizado por la libertad de acceso y la colaboración entre iguales hallarán un modelo de financiación que pueda optimizar el potencial que ofrece la nueva infraestructura para desarrollar una sociedad de coste marginal cercano a cero, o bien si los intereses corporativos ligados al modelo capitalista recurrirán a la propiedad intelectual, a las políticas reguladoras y a otras leyes para hacerse con el control de la infraestructura y seguir obteniendo beneficios manteniendo los precios muy por encima de un coste marginal que sería prácticamente nulo.

Para hacernos una idea de cuál de estas dos fuerzas es más probable que triunfe, sigamos el rastro del dinero. En las dos primeras revoluciones industriales, la acumulación de capital privado permitió que una clase empresarial cada vez más poderosa financiara las infraestructuras vitales y se hiciera con su control, y también con el control de los poderes legislativos, judiciales y ejecutivos que las debían regular. Aunque el Gobierno subvencionó gran parte de esas infraestructuras y de las industrias cruciales que crecieron a su alrededor, quien cortaba el bacalao era el capital privado, al menos en los Estados Unidos. Como ya se ha dicho, en Europa y en otros lugares los estados eran los propietarios de muchas de las industrias relacionadas con esas infraestructuras, sobre todo las dedicadas a servicios públicos sin competencia, hasta que Reagan y Thatcher pusieron en marcha la entrega de empresas

públicas al sector privado en la reestructuración que supuso la desregulación. Esta liquidación continuó durante casi treinta años bajo el pretexto de fomentar la libertad de los mercados.

Pero la financiación de la infraestructura IdC se debe a muchos millones de consumidores y contribuyentes más que a la participación de un grupo de capitalistas o inversores. Empecemos por el propio Internet, el medio de comunicación de la infraestructura IdC. ¿De quién es? La verdad es que pertenece a todo el mundo y a nadie. Internet es un sistema basado en un conjunto acordado de protocolos que permiten la comunicación entre redes de ordenadores. Aunque existe una red física —una columna vertebral de Internet— formada por grandes empresas que tienden los cables, ofrecen conexiones directas e inalámbricas, dirigen y regulan el tráfico, y almacenan datos, esas empresas son simples proveedoras o facilitadoras. En la red también participan empresas y organizaciones no lucrativas que coordinan los contenidos. Pero Internet es una plaza pública virtual a la que puede acceder quienquiera que pague por conectarse a ella. Internet ya ha reunido a 2.700 millones de personas en la codiciada zona donde el coste marginal de recibir y enviar diversas formas de información es prácticamente nulo.[9]

Ahora que Internet está convergiendo con las energías renovables distribuidas para crear el sistema nervioso de un nuevo paradigma económico, la pregunta pasa a ser quién financia el Internet de las cosas. En general, el desarrollo de la infraestructura inteligente —especialmente el Internet de la energía— lo financian los consumidores aunque los Estados también aportan algo, principalmente para estimular la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías.

Las tarifas por la aportación de energía verde a la red eléctrica se han convertido en el principal instrumento para fomentar las energías renovables. Las autoridades locales, regionales y nacionales garantizan un precio por encima del precio de mercado de otras energías durante un período que suele durar entre quince y veinte años, para animar a los ciudadanos a invertir en la instalación de sistemas para generar energía solar, eólica y geotérmica, o basada en la biomasa o en pequeñas centrales hidráulicas, y verter la electricidad así obtenida en la red de distribución. Cuantas más personas generan energía renovable, más crece la escala del sector y mayores son las inversiones de los fabricantes para mejorar la eficiencia y la productividad de estas tecnologías y reducir así sus costes con el fin de estimular el crecimiento de dicho mercado.

El aumento de la productividad y la eficiencia reduce el coste de generar electricidad verde y hace que su precio se acerque más y más al precio de mercado de la electricidad generada con combustibles fósiles y con energía nuclear. A medida que el precio de la electricidad verde se acerque a esta paridad, los Estados irán reduciendo paulatinamente las primas que ofrecen para el vertido de esta energía verde a la red eléctrica, hasta que queden sin efecto.

Sesenta y cinco países, más de la mitad de ellos en vías de desarrollo, han instituido estas primas para incentivar el vertido de energía verde a la red eléctrica,[10] en una estrategia que ha demostrado ser un instrumento político de mucho peso para aumentar la presencia de energía renovable en la red. Casi dos terceras partes de la capacidad eólica y el 87 % de la capacidad fotovoltaica de todo el mundo se deben al estímulo que han supuesto estas primas.[11]

La financiación de estas primas suele basarse en los impuestos o en un leve aumento del precio de la electricidad en la factura mensual de los abonados. En otras palabras, o bien las empresas energéticas trasladan el coste adicional a los consumidores para que financien el cambio a las energías renovables, o bien pagan los contribuyentes por medio de las subvenciones públicas que suponen las primas de vertido a la red eléctrica. En los primeros años de la concesión de estas primas, quienes más se beneficiaron fueron las grandes compañías eléctricas, que se dedicaron a construir grandes parques eólicos y solares. Esta jugada les supuso pingües beneficios porque se financiaba con el aumento del precio de la electricidad para millones de consumidores. Algunas compañías llegaron a crear empresas filiales dedicadas a la generación de electricidad solar y eólica que luego enviaban a la empresa matriz a un precio más elevado, todo ello también costeado por los abonados a la compañía; dicho de otro modo, las grandes eléctricas se beneficiaron a costa de sus millones de abonados.

La creciente conciencia de esta «estafa» por parte de las eléctricas y la posibilidad de que los consumidores puedan generar su propia electricidad verde convirtiéndose en prosumidores, ha inclinado la balanza a favor de millones de pequeños empresarios y ciudadanos en general que se están convirtiendo en los principales impulsores del cambio a las energías renovables distribuidas. Un número cada vez mayor de los millones de consumidores de electricidad que están pagando las primas de introducción de energía renovable a la red eléctrica, también empiezan a recoger los beneficios de invertir su capital en la instalación de tecnologías de generación de energía verde en su empresa o en su domicilio. Aunque la inversión de capital inicial es importante, hay bancos y cooperativas de crédito que conceden «créditos verdes» a bajo

interés porque las primas para el vertido de electricidad verde a la red eléctrica garantizan en gran medida la devolución del préstamo.

El cambio de consumidor a prosumidor de electricidad marca un punto de inflexión en la forma de generar y usar la energía. Los gigantes del petróleo, el carbón y el gas del siglo XX, con frecuencia en connivencia con bancos y otras instituciones financieras, y con el respaldo de subvenciones estatales muy favorables, pudieron amasar e invertir grandes sumas de capital financiero para hacerse con el control del suministro de energía. Hoy, millones de pequeños actores financian su propia revolución en el ámbito de las energías renovables aprovechando las primas de vertido a la red que se financian con el aumento de la factura mensual de la electricidad que ellos mismos consumen.

En Alemania, que es el país que está marcando la pauta en la transición hacia la electricidad verde en Europa, las grandes empresas energéticas tradicionales —E.ON, RWE, EnBW, Vattenfall Europe— solo representaban el 7 % de la capacidad de energía renovable instalada a finales de 2011, mientras que «un 40 % estaba en manos de particulares, un 14 % correspondía a empresas muy especializadas del sector, un 11 % correspondía a agricultores, un 9 % correspondía a empresas industriales de gran consumo eléctrico y un 11 % estaba en manos de sociedades financieras. El 7 % restante estaba en manos de pequeñas empresas energéticas locales y de empresas internacionales».[12] La mitad de los aerogeneradores alemanes pertenecen a residentes de las localidades donde están instalados.[13] La pauta es la misma en otros países de la UE. Los consumidores se están convirtiendo en prosumidores que generan su propia electricidad verde.

Según Gérard Mestrallet, presidente de la gasística francesa GDF Suez, solo diez años atrás el mercado europeo de la energía estaba dominado casi exclusivamente por unos pocos monopolios regionales. «Son tiempos que nunca van a volver —dice Mestrallet, porque— muchos consumidores se han convertido en productores.»[14] Peter Terium, presidente de la energética alemana RWE, reconoce la transición masiva que se está dando en Europa de una energía centralizada a una energía distribuida y dice que las grandes compañías energéticas «deben adaptarse al hecho de que, a la larga, la capacidad de generar ingresos por la generación convencional de electricidad estará muy por debajo de lo que hemos visto en los últimos años».[15]

Si hace solo diez años alguien hubiera sugerido que las grandes energéticas europeas empezarían a perder presencia porque millones de propietarios de pequeñas microcentrales eléctricas empezarían a generar electricidad verde para su propio consumo y para venderla a la red, los poderes que controlan este mercado habrían calificado esta afirmación de fantasiosa. Pero hoy ya no lo harían. «Es una verdadera revolución», asegura Mestrallet.[16]

Los consumidores y las pequeñas empresas no solo están pagando la mayor parte del coste de introducir electricidad verde en la red mediante los impuestos y el aumento de las facturas eléctricas, sino que también están sufragando la mayor parte de los costes de construir el Internet de la energía. Hace poco, el Gobierno estadounidense destinó 3.400 millones de dólares de fondos públicos a la modernización de la red de distribución eléctrica, que unidos a una suma igual o mayor por parte del sector privado totalizarán una inversión de 7.800 millones de dólares.[17] Si a alguien le parece mucho, que piense en el coste que suponen para las empresas y los particulares los

cortes de suministro y los apagones que sufren cada año a causa de una red muy ineficiente por anticuada. «Los cortes y apagones eléctricos [...] cuestan a los estadounidenses un mínimo de 150.000 millones de dólares al año, unos 500 dólares por cada hombre, mujer y niño.»[18]

En los Estados Unidos, la mayor parte de los cortes de electricidad se deben a que gran parte del tendido eléctrico aún es aéreo y se sustenta sobre postes de madera en mal estado. Este problema se agrava por el aumento de episodios meteorológicos extremos provocados por el cambio climático —tormentas de nieve en invierno, lluvias torrenciales en primavera, más inundaciones, huracanes, etc.— que derriban líneas con mucha más frecuencia y provocan cortes y apagones de gran extensión. Estas incidencias, que antes eran muy esporádicas, se han convertido en algo habitual en grandes zonas de los Estados Unidos porque la meteorología extrema se ceba en un tendido eléctrico muy anticuado que se debería haber soterrado tiempo atrás. Por si esto no bastara, «más del 10 % de la electricidad que se genera se acaba perdiendo a causa de ineficiencias en la conversión».[19] Instalar una red soterrada, digitalizada, distribuida, inteligente, segura y digna del siglo XXI, reduciría de una manera drástica los apagones y las pérdidas de electricidad y aumentaría la eficiencia de la red de distribución.

Un estudio realizado por el Electric Power Research Institute (EPRI), el grupo de expertos del sector eléctrico estadounidense, calcula que la construcción de un Internet de la energía a escala nacional costará entre 17.000 y 24.000 millones de dólares al año durante los próximos veinte años, unos 476.000 millones de dólares en total.[20] Barato no es, pero repito que tampoco es demasiado caro, sobre todo si se tiene en

cuenta el rendimiento de la inversión. Más o menos es la misma cantidad anual que dedica el Departamento de Defensa estadounidense a construir dos portaaviones o, volviendo al campo de la energía, equivale a los ingresos anuales de Royal Dutch Shell, que en 2011 ascendieron a 470.000 millones de dólares.[21]

Con todo, es probable que el coste calculado por el EPRI se haya quedado corto porque no tiene en cuenta el coste de hacer que la red eléctrica sea más inteligente instalando contadores digitales y tendiendo más líneas. Otros estudios indican que el coste podría llegar a 2,5 billones de dólares si se tienen en cuenta el almacenamiento de energía, la conexión a la red de cada máquina, aparato o termostato, y el coste de la gestión informática de los datos procedentes de los miles de millones de nodos del Internet de la energía. Vaclav Smil, uno de los principales analistas de este campo, nos recuerda que en esta cantidad no se incluye la amortización de las centrales termoeléctricas y nucleares existentes, que puede ascender a más de 1,5 billones de dólares.[22]

Lo más probable es que los costes totales se acerquen a 1,2 billones de dólares a lo largo de tres decenios. Las compañías eléctricas repercutirán parte de los costes de construir el Internet de la energía a sus clientes en forma de facturas por importes más elevados, pero serán aumentos muy pequeños y fáciles de absorber. El resto de los costes serán asumidos por las distintas administraciones en forma de inversiones, subvenciones, incentivos y concesiones. Con esta misma combinación de inversión pública y privada se financiaron las infraestructuras de comunicación/energía de la primera y la segunda revoluciones industriales.

El estudio del EPRI señala que el «ahorro de energía» que supondría para los clientes la instalación de un Internet continental de la energía sería de unos dos billones de dólares, una cantidad que cubre de sobra los costes iniciales de la infraestructura.[23] Pero esos dos billones de dólares no incluyen el enorme crecimiento potencial de la productividad resultante de integrar toda la actividad económica en una infraestructura IdC inteligente, que —basada en la retroalimentación continua de grandes datos y en los análisis y algoritmos más avanzados — aumentaría la eficiencia termodinámica y la productividad a lo largo y ancho de la sociedad. Como se ha dicho antes, lo que nos va a acercar más y más a una sociedad de coste marginal cero es el marcado aumento de la eficiencia energética total — desde el nivel máximo del 14 % de la Segunda Revolución Industrial al 40 % de la Tercera— junto con el aumento correspondiente de la productividad.

Actualmente hay catorce países que cuentan con redes de distribución eléctrica inteligentes que en la mayoría de los casos se financian subiendo el precio de la electricidad a los consumidores y con el dinero de los contribuyentes.[24] Una parte importante de la financiación del Internet de la energía se destinará a reordenar el tendido eléctrico y a instalar subestaciones y otros componentes de la estructura física. La mayor parte de los fondos restantes se destinarán a financiar la instalación de tecnologías de comunicación inteligentes que permitan coordinar la complejidad del flujo de electricidad verde que generen, almacenen y compartan millones de prosumidores.

Como se ha explicado en el capítulo 5, cada dispositivo de cada edificio estará equipado con sensores y *software* que lo conectarán al Internet de las cosas, para que envíe datos en

tiempo real sobre su consumo eléctrico al prosumidor y al resto de la red. De este modo, toda la red sabrá cuánta electricidad consumen en cada momento los aparatos, ya sean termostatos, lavadoras, hornos, televisores, lavavajillas, secadoras, tostadoras, neveras, etc. Esta retroalimentación continua permitirá que los prosumidores programen de una manera óptima su consumo eléctrico y el carácter distribuido y colaborativo del sistema hará que millones de prosumidores compartan electricidad optimizando la eficiencia de toda la red. Por ejemplo, millones de prosumidores podrían programar sus nodos voluntariamente para que si se produjera un pico en la demanda de aire acondicionado por una ola de calor, su termostato subiera automáticamente uno o dos grados o su lavadora cambiara automáticamente a un programa con un ciclo de aclarado más breve para ahorrar electricidad, lo cual permitiría que el sistema absorbiera mejor el aumento de la demanda. A los prosumidores que contribuyeran de este modo se les haría un descuento en la siguiente factura eléctrica.

Las eléctricas, deseosas de sacar provecho de esta red inteligente, preferirían controlar los datos que circulan por ella. Los contadores inteligentes instalados en millones de edificios son propiedad de las eléctricas, aunque los clientes los acaben pagando porque las compañías incluyen su coste en las facturas. Si las eléctricas se apropiaran de una información tan vital para la gestión del Internet de la energía, impedirían que los millones de particulares y de empresas que financian este sistema eléctrico inteligente pudieran beneficiarse plenamente de él.

Pero es muy probable que fracasen en este empeño. Están apareciendo docenas de empresas que venden dispositivos para un consumo eléctrico inteligente que permiten unir todos los aparatos de una vivienda u oficina en una red inalámbrica que

se conecta a la red eléctrica.[25] Dave Martin es el presidente de Intwine Energy, una empresa estadounidense de reciente creación que facilita estas conexiones inalámbricas inteligentes con la red eléctrica. Como otros que han apostado por interfaces inalámbricas con el Internet de la energía, Martin ve la oportunidad de sustituir el antiguo enfoque centralizado y privado a las comunicaciones por un modelo distribuido, abierto, colaborativo y lateral.

> Creemos que la capacidad de acceder a Internet de los hogares equipados con banda ancha, y de utilizar la World Wide Web en lugar de depender tanto de sistemas privados o «cerrados», ofrece muchas ventajas a los consumidores y a las compañías eléctricas.[26]

Para Martin, el uso de redes inalámbricas y dispositivos remotos para programar, gestionar y distribuir electricidad en el Internet de la energía, supone más agilidad, movilidad y simplicidad, y permite reducir los costes. Así explica la lógica que subyace a la conexión inalámbrica inteligente con la red de distribución eléctrica:

> Nuestros sistemas facilitan la colaboración entre las compañías eléctricas y sus clientes: cada cliente puede gestionar su consumo de electricidad en función de su forma de vida, y las compañías pueden gestionar la demanda de electricidad sin tener que implementar sus propios sistemas.[27]

Un Internet de la energía de alcance continental dotado de estos dispositivos inalámbricos, permitirá que millones de personas puedan gestionar directamente su generación y su consumo de electricidad con un coste marginal casi nulo.

Acondicionar toda la infraestructura de la sociedad para la Tercera Revolución Industrial parece una tarea titánica, pero lo mismo sucedió con las dos revoluciones industriales anteriores, que tardaron menos de cuarenta años en consolidarse. Es

probable que, ahora, este proceso se desarrolle con más rapidez, en gran parte porque la conectividad global de Internet hace posible que en la construcción de la nueva matriz de comunicación/energía participen miles de millones de personas. Esta participación tan masiva permitirá que el crecimiento horizontal del Internet de la energía siga un ritmo exponencial similar al seguido por el Internet de las comunicaciones en los dos últimos decenios.

El movimiento Cleanweb

Una generación de jóvenes empresarios sociales hace uso de las redes sociales para que sus colegas se comprometan con el Internet de la energía en la misma medida en que lo hacen con el Internet de las comunicaciones. De paso, crean tecnologías para desarrollar plenamente el potencial que ofrece la infraestructura IdC en cuanto a productividad y eficiencias termodinámicas.

Se trata de la iniciativa conocida como Cleanweb, un movimiento de base que nació en 2011 en los Estados Unidos y que se ha extendido a todo el mundo. Sunil Paul y Nick Allen, dos jóvenes inversores de riesgo, describen así la visión de Cleanweb en la web de la revista *MIT Technology Review*:

> Creemos que nuestra siguiente oportunidad es lo que llamamos *cleanweb*, una forma de tecnología limpia que aprovecha Internet, las comunicaciones móviles y las redes sociales para cambiar nuestra manera de consumir recursos, de relacionarnos con el mundo, de interactuar con los demás y de lograr el crecimiento económico.[28]

Es probable que el movimiento Cleanweb impulse un cambio de paradigma a toda velocidad, que deje atrás las prácticas comerciales convencionales y que haga que muchas empresas se pregunten cómo no lo habían visto venir; igual que sucedió cuando la generación de Internet empezó a crear

aplicaciones y a usar las redes sociales para compartir música, vídeos, noticias e información dejando en la cuneta a gran parte de los sectores de la comunicación, el espectáculo y el ocio.

Para entender la velocidad a la que se producirá este cambio será conveniente dar un paso atrás y considerar la ley de Zuckerberg, nombrada así por Mark Zuckerberg, el fundador de Facebook. Zuckerberg ha observado en las redes sociales una curva exponencial muy similar a la descubierta por Moore en la potencia de los ordenadores y a la observada por Swanson en la tecnología solar. Según datos recopilados por Facebook, la cantidad de información que se comparte en Internet se ha ido doblando cada año y Zuckerberg predice que este proceso de duplicación continuará en el futuro inmediato. La proliferación de ordenadores y dispositivos móviles baratos hace que sea más fácil compartir cada momento de nuestra vida diaria con los demás en las redes sociales. Por ejemplo, Spotify, la plataforma de *streaming* de música, puede dar a conocer automáticamente en Facebook cada canción que escuchamos. En los primeros meses tras su introducción, se compartieron 1.500 millones de «Sesiones de música» a través de Spotify y de otras aplicaciones. Apple ofrece para su iPhone un servicio llamado *Find my friends* o «Buscar a mis amigos» que permite a Apple determinar dónde se encuentra un usuario y comunicar esta información a otras personas (con la autorización del usuario, claro).[29] Y también se están creando aplicaciones similares para que los usuarios generen y compartan electricidad verde a través del Internet de la energía.

El movimiento Cleanweb organiza «*hackathons* de fin de semana» en todo el mundo. En estos *hackatons* se congregan

programadores, empresarios sociales y activistas ecológicos para colaborar en la creación de aplicaciones —las mejores reciben un premio— que permitan a centenares de millones de personas participar en el Internet de la energía.

En un *hackathon* celebrado en Nueva York, centenares de programadores se repartieron en 15 equipos que tras 28 horas de trabajo intensivo crearon aplicaciones para utilizar la tecnología de Internet en la gestión de energías renovables. Un premio se lo llevó un grupo llamado Econofly, cuyo sitio web permite a los consumidores comparar electrodomésticos en función de su eficiencia energética. Otro de los premios fue para Parkifi, una aplicación que ayuda a los usuarios a localizar parques de Nueva York que ofrecen puntos de acceso. Otro de los ganadores fue <nycbldgs. com>, que utiliza los datos sobre la energía que reúne la ciudad de Nueva York para elaborar un mapa de los edificios municipales ordenados por su uso de energía y sus emisiones de dióxido de carbono (CO_2). El objetivo es identificar edificios que se puedan modernizar dotándolos de microcentrales eléctricas y señalar los edificios más avanzados en cuanto a diseño ecológico y eficiencia energética.[30]

La idea que hay detrás del movimiento Cleanweb es usar las TIC, Internet y las redes sociales para unir a personas con ideas afines y crear economías de escala lateral en la implementación de eficiencias energéticas y la introducción de tecnologías para la generación de energías renovables. Esto supone simplificar el proceso de reunir información sobre eficiencias energéticas y hacer más fácil y barata la inversión en tecnologías para energías renovables.

Mosaic es una empresa Cleanweb que se dedica a instalar paneles solares en tejados mediante micromecenazgo en la red.

Es interesante que gran parte del coste de financiar esta energía renovable no corresponde a los paneles solares en sí —que cada día son más baratos— sino a los llamados «costes blandos», que incluyen la búsqueda de clientes, la evaluación de los emplazamientos y la financiación. En los Estados Unidos, cada cliente nuevo cuesta unos 2.500 dólares a las empresas solares. Se calcula que las soluciones TIC —mediante el uso de redes sociales— podrían reducir el coste de la energía solar en un 75 %, convirtiéndola de este modo en una energía más barata que el carbón.[31]

En los Estados Unidos, el movimiento Cleanweb se ayuda de la información —grandes datos— que actualmente se puede obtener gracias a una iniciativa del Gobierno federal llamada Green Button. Este programa, que fue creado en 2011, alienta a las compañías energéticas a permitir el acceso en tiempo real a sus datos sobre el consumo de energía, unos datos que hoy se pueden obtener por primera vez gracias a los millones de contadores digitales inteligentes que se han instalado en hogares y empresas y que constituyen puntos vitales para la recogida de información en la infraestructura del Internet de la energía. Los clientes de estas compañías pueden consultar los datos por Internet y obtener la información necesaria para gestionar con más eficacia su consumo de energía. En menos de un año, el número de clientes con capacidad de acceder al instante a los datos sobre su consumo energético se acercó a los 31 millones.[32]

Empresas como Opower, Itron, First Fuel, Efficiency 2.0, EcoDog, Belkin y Honest Buildings crean aplicaciones para móviles y servicios web basados en estos datos para que los usuarios puedan asumir el control de su futuro energético.[33]

Esta abundancia de datos sobre el consumo personal de electricidad y otras formas de energía está llegando a las redes sociales. Varios estudios indican que el dinero no suele ser el factor decisivo para que la gente cambie su estilo de vida energético y revelan que este cambio suele deberse más al deseo de participar en un compromiso común con un estilo de vida sostenible y a la sensación de poder colectivo.

La posibilidad de que los usuarios hablen de sus datos energéticos en redes sociales les permite conversar sobre maneras nuevas de gestionar la energía, ofrecer consejos, avisar a otros de la existencia de aplicaciones nuevas para mejorar la eficiencia energética, agruparse en cooperativas para instalar energía verde más barata o incluso disfrutar de pequeños concursos de carácter amistoso, fortaleciendo la comunidad mundial de activistas de la sostenibilidad.

En 2012, Facebook lanzó la aplicación «Social Energy» en colaboración con el Natural Resources Defense Council, la empresa Opower y dieciséis compañías energéticas. Para participar hay que inscribirse en una página de Facebook llamada «Green On Facebook» o en el sitio web de Opower. La aplicación se basa en datos de la factura eléctrica del usuario y compara su consumo con el de hogares similares del país y con los de amigos de Facebook. Los participantes pueden competir con otros para mejorar su eficiencia energética y reducir su consumo de energía, y formar grupos interesados en explorar iniciativas de energía verde. La aplicación también ofrece una plataforma para que los participantes compartan consejos sobre el consumo. Según Mary Scott Lynn, que dirige los programas de sostenibilidad de Facebook, «el objetivo de la aplicación es dar una dimensión social al ahorro de energía y crear una conversación, que hoy por hoy no existe, sobre los méritos de la eficiencia energética». Lynn cree que, «quizá este aspecto social

de la actividad medioambiental sea la pieza que faltaba en anteriores intentos de crear una comunidad en Internet dedicada a la energía».[34]

Al unir la informática, Internet, las comunicaciones móviles y los medios sociales con las energías renovables, el movimiento Cleanweb ha creado una mezcla muy potente. Dominic Basulto, uno de los impulsores de este movimiento, describía Cleanweb en el blog *Big Think* como «lo que sucede cuando la energía verde se encuentra con la Ley de Moore», y veía así las repercusiones de la unión entre la comunicación por Internet y las energías renovables:

> [Los empresarios sociales] que veían la «tecnología limpia» e «Internet» como propuestas de inversión que se excluían mutuamente, hoy pueden disfrutar de las dos e invertir al mismo tiempo en empresas solares y en el futuro de las comunicaciones móviles o de Internet. Si Silicon Valley consigue que Cleanweb crezca al mismo ritmo que ha crecido la potencia de los ordenadores en los últimos veinte años, las posibilidades serán inmensas.[35]

Wi-Fi gratis para todos

La posibilidad de que los prosumidores financien la generación de su propia energía verde y de que supervisen su consumo y su distribución mediante sus propios dispositivos inalámbricos con un coste marginal casi nulo, está un paso más cerca de hacerse realidad gracias a una propuesta muy reciente de ofrecer Wi-Fi gratis a todo el mundo. En febrero de 2013, la Federal Communications Commission (FCC), la entidad que supervisa la industria de las telecomunicaciones en los Estados Unidos, dio la campanada presentando una propuesta para la creación de «superredes Wi-Fi» en todo el país que ofrezcan conexión inalámbrica gratuita a todo el mundo. El plan de la FCC es que las cadenas de televisión y radio vendan al

Gobierno las frecuencias que no utilizan para dedicarlas a la implementación de redes Wi-Fi públicas. Las emisiones por estas frecuencias tendrían un alcance de unos dos kilómetros, podrían atravesar paredes y permitirían que los usuarios hicieran llamadas gratuitas por Internet desde sus móviles y usaran gratuitamente estas redes Wi-Fi en sus hogares y en sus empresas, con una reducción drástica de las facturas de conexión a Internet.[36]

Utilizar un medio de comunicación con un coste marginal casi nulo para gestionar unas energías renovables también con un coste marginal cercano a cero, ofrece a la sociedad la plataforma ideal para construir la infraestructura del Internet de las cosas y cambiar el paradigma económico. La polémica propuesta de la FCC ha enfrentado a las grandes empresas de telefonía móvil del país, incluyendo AT&T, T-Mobile, Intel y Verizon, con empresas igualmente gigantescas del sector informático como Google y Microsoft. Las primeras han pagado miles de millones de dólares por el uso de estas frecuencias del espectro radioeléctrico y corren el riesgo de que un sector que mueve 178.000 millones de dólares pueda sufrir graves pérdidas.[37] Las segundas afirman que una conexión Wi-Fi gratuita impulsaría la introducción de los «millones de dispositivos que conformarán el futuro Internet de las cosas».[38] Google ya ofrece Wi-Fi gratis en un distrito de Manhattan (Chelsea) y en varias zonas de Silicon Valley.[39]

Los analistas del sector predicen que esta WI-FI gratuita «podría sustituir el servicio que hoy ofrecen las operadoras de telefonía».[40] Según un portavoz, la FCC opina lo mismo: «Queremos que nuestras políticas se centren más en el usuario final que en las operadoras».[41]

La propuesta de la FCC es consecuencia de los grandes avances que han transformado el espectro electromagnético en la última década, que de ser un recurso escaso ha pasado a ser un recurso potencialmente tan infinito como la energía solar, eólica o geotérmica. Cuando las emisiones de radio nacieron en los años veinte, si dos o más emisoras cercanas entre sí emitían en la misma frecuencia o en frecuencias muy próximas, se interferían mutuamente y sus emisiones acababan siendo ininteligibles. En 1927, la proliferación de emisoras creaba tal caos en la recepción de las emisiones que el congreso estadounidense aprobó la Radio Act para fundar la Federal Radio Commission (FRC) con la misión de determinar qué frecuencias se podían usar y quién podía usarlas.[42] Una ley posterior, la Communications Act, concedió la potestad de asignar frecuencias a la recién creada Federal Communications Commission, o FCC.[43] La FCC asumió la responsabilidad de administrar el espectro, lo que suponía otorgar a emisoras de radio o a otros solicitantes el uso exclusivo de una frecuencia concreta en una zona geográfica dada. El espectro de frecuencias se consideraba un activo comercial valioso porque era un recurso escaso.

Hoy, las nuevas tecnologías para la gestión de las comunicaciones por radiofrecuencia han hecho que el espectro ya no se considere un recurso escaso. Esta nueva realidad está cambiando la naturaleza misma de las comunicaciones por radio. Entre las nuevas tecnologías que permiten aprovechar el espectro con más eficacia y agilidad, transformándolo en un recurso abundante, están las antenas inteligentes, el acceso dinámico al espectro, las tecnologías cognitivas y las redes en malla. Las nuevas tecnologías pueden concentrar la señal para que llegue a la antena del usuario evitando interferencias con

otras antenas. También pueden detectar otras transmisiones y compartir frecuencias que no se usen, o explorar el espectro en busca de bandas sin usar. En una red inalámbrica, varias radios pueden coordinar mutuamente la información y transmitir en paralelo para optimizar una banda de frecuencia concreta.

En un informe de 2010 de la National Telecommunications and Information Administration (NTIA) estadounidense sobre el uso futuro del espectro sin licencias, se afirmaba que «cuando esta tecnología esté disponible, la capacidad del espectro de radiofrecuencias se multiplicará de una manera exponencial» y en «muchos órdenes de magnitud».[44] El informe concluía diciendo que «aunque solo se cumpla una parte de este potencial, el concepto que hoy se tiene de que el espectro es escaso dejará de ser válido y la necesidad de una regulación tradicional de las frecuencias basada en la concesión de licencias puede cambiar de una manera radical».[45]

Según muchos observadores, las nuevas tecnologías harán que las frecuencias de radio sean «tan abundantes que no habrá justificación para que el Gobierno controle el acceso al espectro u otorgue prioridades a unos servicios sobre otros».[46] En no mucho tiempo podremos comunicarnos casi gratuitamente compartiendo las abundantes frecuencias libres que nos ofrece la Tierra, igual que compartiremos casi gratuitamente la abundante energía que nos ofrecen el Sol, el viento y el calor mismo del planeta.

Las comunicaciones inalámbricas abiertas por redes Wi-Fi están superando a las comunicaciones tradicionales por cable bajo licencia. Un estudio de comScore revela que «en los Estados Unidos, el 40,3 % de las conexiones a Internet desde teléfonos móviles y el 92,3 % de las conexiones desde tabletas realizadas en diciembre de 2011 se hicieron por redes Wi-Fi».[47]

Más interesante es lo que reveló un informe de Cisco: el 40 % del consumo de datos con dispositivos móviles se hacía en el hogar, el 25 % en el trabajo, y solo el 35 % se hacía «en marcha».[48] Además, en 2012 el 33 % de los datos consumidos por dispositivos móviles pasaron por redes Wi-Fi. El estudio de Cisco prevé que este porcentaje supere el 46 % en 2017.[49]

Las comunicaciones inalámbricas abiertas por redes Wi-Fi tendrán un fuerte impacto en la gestión de la red eléctrica inteligente. De hecho, más del 70 % de los datos de esta red ya se transmiten por sistemas basados en redes inalámbricas abiertas.[50]

Es bastante probable que en los próximos años el uso de conexiones inalámbricas abiertas en redes Wi-Fi gratuitas sea habitual en casi todo el mundo, no solo en los Estados Unidos. Por mucho que las operadoras tradicionales lo puedan intentar, no se puede impedir la implementación de algo tan beneficioso para la humanidad. La comunicación por redes centralizadas y privadas será poco más que una curiosidad histórica para los jóvenes de mediados del siglo XXI.

Más allá de Gobiernos y mercados

Estamos despertando a una nueva realidad que es difícil captar por completo. Hemos estado tan convencidos de que la escasez es la base de la economía, que nos cuesta creer que sea posible una economía de la abundancia. Pero lo es. Las nuevas tecnologías de las comunicaciones están haciendo que el espectro de radiofrecuencias deje de ser un recurso escaso y sea un recurso abundante, igual que sucede con la información, las energías renovables, la impresión 3D y la enseñanza superior por Internet. Pero el camino hacia esta economía de la abundancia está lleno de obstáculos que pueden retrasar, e incluso malograr, la llegada de la nueva Edad Colaborativa.

El reto consiste en hallar un modelo de gestión que pueda llevar la sociedad al nuevo paradigma. Esta búsqueda nos devuelve a la polémica en torno al coste marginal que enfrentó a dos grandes economistas hace casi setenta años. Hotelling y Coase abogaban por dos modelos de gestión muy diferentes. Hotelling era un ferviente partidario de que la gestión de las infraestructuras públicas estuviera a cargo del Estado y Coase abogaba por dejarla en manos del mercado.

El destino quiso que el mayor éxito de Coase, que le valió el Nobel de economía, se produjera después de la polémica sobre los costes marginales, cuando escribió su tratado sobre la privatización del espectro de frecuencias. Coase abogaba por vender de una vez todo el espectro a empresas privadas para que lo usaran a su gusto o lo intercambiaran en el mercado.

Para Coase, el mercado era un mecanismo más eficiente que la regulación y la burocracia del Estado para determinar el reparto de los recursos. O, dicho en la jerga de hoy, «el Estado no debe dedicarse a decidir quiénes ganan y quiénes pierden», no solo porque carece de información actualizada sobre las propuestas de valor que los vendedores y los compradores traen al mercado, sino también porque el Estado está sujeto a la influencia de grupos de presión que se guían por intereses particulares.

La mayoría de los economistas dieron por buena la tesis de Coase e incluso la misma FCC acabó apoyándola cuando sacó a subasta las licencias para usar el espectro y las adjudicó a los mejores postores.[51] Esta decisión de la FCC no fue un acto de magnanimidad. El Gobierno pensaba que, desde un punto de vista puramente financiero, tenía más sentido vender licencias para las frecuencias y recaudar miles de millones de dólares para las arcas del Estado, que cederlas gratuitamente. Se

trataba de una opción tan rentable para el Gobierno como para el sector privado.

Esta colaboración tan provechosa para las dos partes se basaba en el supuesto de que el espectro era un activo muy valioso a causa de su escasez. Pero este supuesto empezó a dejar de ser válido a finales de la década de 1990, con la introducción de las nuevas tecnologías que transformaron el espectro de frecuencias en un recurso muy abundante. A decir de los ingenieros, el espectro no era un recurso infinito pero sí renovable, y ofrecía una capacidad aún sin explotar que podría reducir casi a cero el coste de utilizarla.

Un grupo pequeño pero influyente de críticos sociales y economistas plantean en términos sociales la oportunidad que brinda esta abundancia del espectro, y afirman que negar a millones de personas la capacidad de comunicarse con un coste marginal casi nulo equivaldría a negarles su derecho a la libertad de expresión. Después de todo, gran parte de las comunicaciones en los Estados Unidos y en el resto del mundo se hacen por correo electrónico o con móviles y tabletas. En la Edad Colaborativa, redes sociales como Facebook y Twitter son medios indispensables que la gente utiliza cada vez más para comunicarse.

Una generación nueva de especialistas como Eli Noam, de la Universidad de Columbia, Yochai Benkler, de Harvard, y Kevin Werbach, de la Wharton School de la Universidad de Pensilvania, coinciden parcialmente con los economistas del mercado tradicional. Dicen que el control de las frecuencias de radio por parte de la FCC es, en el mejor de los casos, un ejemplo de ineficiencia y derroche. Pero discrepan de los discípulos de Coase, quienes afirmaban que la gestión por parte del mercado era la única alternativa viable al control del Estado. Aseguran que si las frecuencias se alquilaran o

vendieran al sector privado, los gigantes del sector se «quedarían» grandes segmentos del espectro, monopolizarían el resto y controlarían con mano de hierro los canales de comunicación del país, negando así a millones de prosumidores y a centenares de miles de empresas una comunicación casi gratuita, además de los beneficios económicos, sociales y políticos que se derivarían de ella. Por eso proponen otra alternativa que liberaría las comunicaciones del control del Gobierno y del mercado y que se basa en un modelo nuevo de gestión al que llaman «procomún en red». No se trata del procomún ancestral de la época feudal, sino de un procomún de alta tecnología del siglo XXI que permitiría gestionar las actividades económicas distribuidas, entre iguales y de escala lateral que el Internet de las cosas hace posibles. El procomún en red se convertiría en el organismo rector del nuevo paradigma económico basado en la colaboración.

Esta propuesta va mucho más allá de la gestión de las radiofrecuencias. Puesto que las TIC, las telecomunicaciones inalámbricas y la tecnología de Internet se emplean cada vez más para organizar y gestionar la información, las energías renovables y la electricidad verde, la impresión en 3D de productos infofacturados, la enseñanza superior en Internet, el marketing en las redes sociales y un transporte y una logística limpios, el procomún en red representa un modelo de gestión que abarca la totalidad del Internet de las cosas. Aunque los que abogan por este modelo no esperan que el Estado y los mercados desaparezcan de repente, sí creen que se abrirá un espacio para esta alternativa que acabará teniendo cada vez más peso en la gestión de una gran parte de los temas económicos, sociales y políticos de un mundo caracterizado por un coste marginal casi nulo. El procomún colaborativo ha hecho acto de presencia en la escena mundial.

Tercera parte
EL AUGE DEL PROCOMÚN COLABORATIVO

Capítulo 10

LA COMEDIA DEL PROCOMÚN

Aunque la mayoría de la gente sabe muy poco sobre el procomún feudal (que se ha descrito en los capítulos 1 y 2), este precedió al sistema capitalista y demostró su eficacia para organizar la vida económica de aquella época. Por desgracia, la modernidad empañó su reputación, primero por medio de los filósofos de la Ilustración y, más adelante, con el empeño de muchos economistas convencionales de sustituirlo por un régimen omnipresente basado en la propiedad privada y en el modelo del intercambio en el mercado.

Quizá la descripción contemporánea más conocida —aunque totalmente negativa— del procomún sea el ensayo de Garrett Hardin titulado «La tragedia del procomún» que publicó la revista *Science* en 1968. Hardin, profesor de ecología de la Universidad de California en Santa Bárbara, planteó la situación hipotética de unos pastos «abiertos a todos» donde cada miembro de la comunidad se beneficia de apacentar en ellos todas las vacas que puede. Pero si todos hacen lo mismo y apacientan todas las vacas que pueden para optimizar sus beneficios, los pastos se acabarán agotando, la tierra se irá erosionando y la competencia entre los pastores irá en aumento porque todos intentarán maximizar su beneficio hasta que los pastos desaparezcan. La carrera a corto plazo por beneficiarse supone la mengua inevitable del recurso. Según Hardin:

> Ahí reside la tragedia. Cada hombre está encerrado en un sistema que lo impulsa a aumentar su rebaño sin límite en un mundo que es limitado. La ruina es el destino hacia el que todos se apresuran, cada uno mirando por su propio interés en una sociedad que cree en la libertad del procomún. En un procomún, la libertad trae la ruina para todos.[1]

Aunque los pastos abiertos fueran cuidados por algunos pastores, la tragedia del procomún tampoco se podría evitar a causa de los aprovechados o «ventajistas»; si los pastos están abiertos a todos, los ventajistas, aprovechándose de la buena fe de los que intentan cuidarlos, apacientan más cabezas de ganado sin contribuir al esfuerzo de cuidar el recurso. Cuando los ventajistas son más que los pastores responsables, el resultado es la ruina del procomún.

Hardin concluía con esta ominosa frase: «La alternativa al procomún es demasiado horrorosa de contemplar».[2] Ecologista fervoroso, Hardin estaba convencido de que la única manera efectiva de detener la degeneración de los ecosistemas de la Tierra era que el Estado impusiera un control centralizado con mano dura.

> Para evitar la ruina en un mundo superpoblado, la gente tiene que responder ante una fuerza coercitiva externa a su psique individual, ante un «Leviatán», por utilizar el término de Hobbes.[3]

En la descripción que Hardin hizo del procomún había mucho de verdad, pero omitió los factores más destacados de este modelo que le permitieron perdurar a lo largo de la historia: los protocolos de autorregulación y los castigos correspondientes acordados por los miembros como condición para participar en él. Sin esos protocolos y castigos, la tragedia del procomún es muy probable, y hasta inevitable. En otras palabras, Hardin pasó por alto la gestión del procomún.

Lo que más me extraña es que Hardin optara por describir al procomún como el malo de la película, como el responsable de que se desatara la codicia y la destrucción en la Edad Moderna, cuando lo que condujo al pillaje de los recursos y a la explotación de la humanidad más desfavorecida durante los siglos XVIII, XIX y XX, fueron los excesos de un sistema

capitalista impulsado por los mercados, obsesionado por la obtención de beneficios y alimentado por la violencia de las políticas coloniales y neocoloniales de los Estados.

Redescubrir el procomún

Hasta hace muy poco, los economistas y los historiadores veían en el procomún un modelo económico sui géneris que estaba ligado inextricablemente a la sociedad feudal. Pero en los últimos veinticinco años, una generación más joven de estudiosos y profesionales se ha planteado el procomún como modelo de gestión. Creen que si sus principios y supuestos generales se actualizaran y adaptaran, podrían ofrecer un modelo de organización más práctico para una economía en transición donde el control centralizado del comercio cede el paso a una producción distribuida y en colaboración de escala horizontal, donde el intercambio de propiedad en los mercados pierde cada vez más relevancia frente al acceso a bienes y servicios compartidos en redes, y donde el capital social tiene más valor para orquestar la vida económica que el capital de mercado.

En 1986 —dieciocho años después de que el artículo de Hardin pareciera dar la puntilla a la teoría del procomún—, Carol Rose insufló nueva vida a una idea que muchos ya daban por muerta. Rose, profesora de derecho de la Universidad Northwestern, publicó una incisiva respuesta a la tesis de Hardin con el título «La comedia del procomún». Su vehemente y rigurosa defensa de la gestión del procomún despertó la atención de la comunidad académica y reavivó el estudio y la práctica de esta forma de organizar la vida social.

Rose empezaba recordando a los lectores que no todo se puede convertir en propiedad privada. Los océanos, la tierra sumergida cuando sube la marea, los lagos y los ríos, los

bosques y las cañadas, los pasos de montaña, los espacios abiertos, los senderos, las carreteras y los puentes, y el aire que respiramos: todos son bienes públicos. Y aunque efectivamente se pueden privatizar en forma de propiedad intercambiable en los mercados, en general —no siempre— estos bienes han sido administrados por los Estados. Según Rose:

> Fuera de la propiedad estrictamente privada y de la «propiedad pública» controlada por el Estado, hay una clase distinta de propiedad «intrínsecamente pública» que no está controlada totalmente ni por el Estado ni por agentes privados. [Es una] propiedad «poseída» y «gestionada» de una manera colectiva por la sociedad en general, con un derecho independiente, y sin duda superior, al de cualquier supuesto administrador del Estado.[4]

En el ámbito legal, estos derechos reciben el nombre de «derechos consuetudinarios» y se reconocen en casi todos los países del mundo. Suelen ser derechos que han existido desde tiempo inmemorial, como el derecho de una comunidad a usar tierras en común para apacentar ganado, talar árboles de los bosques o cortar turba de los tremedales, o el de transitar por caminos, pescar en aguas locales o celebrar festivales en terreno comunal. Uno de los aspectos más interesantes de estos derechos es que suelen ir acompañados de protocolos de gestión —formales o informales— que garantizan un cuidado adecuado del procomún.

Crawford MacPherson, que fue profesor de la Universidad de Toronto y una de las mayores autoridades del siglo XX sobre la historia de la propiedad, señalaba que estamos tan acostumbrados a ver la propiedad como el derecho a excluir a los demás del uso o el beneficio de algo, que hemos perdido de vista una concepción más antigua que recoge el derecho tradicional de acceder a algo que se tiene en común, como

navegar libremente por las vías fluviales, transitar por los caminos rurales o acceder a la plaza pública.[5]

Rose cita el derecho consuetudinario de acceder a la plaza pública, que siempre se ha considerado indispensable para la vida social. La plaza pública —al menos antes de Internet— es donde nos comunicamos, donde nos relacionamos con los demás y gozamos de su compañía, donde formamos vínculos y creamos confianza y capital social, los elementos indispensables para sustentar la comunidad. Por esta razón, el derecho a asistir a fiestas y acontecimientos deportivos o a reunirse en la calle mayor ha sido, tradicionalmente, el más básico de todos los derechos. El derecho a ser incluido, a tener acceso a los demás, que es el derecho a participar «en común», es el derecho de propiedad fundamental, mientras que la propiedad privada, el derecho a acotar, poseer y excluir, no es más que una desviación de la norma, aunque en épocas modernas haya acabado por subsumir la norma misma.

Rose señala con agudeza que el derecho consuetudinario de celebrar festejos públicos en el procomún es pertinente al debate actual sobre el derecho de acceso universal a los espacios sociales de Internet. Rose afirma que cuantas más personas participan en festivales, bailes, deportes y otras actividades sociales en la plaza pública, «más valor tienen estas actividades para cada participante».[6] Según ella, esto «es lo contrario de la "tragedia del procomún": es la "comedia del procomún" que se expresa de manera tan acertada en la frase "cuantos más, mejor"».[7]

Lo más asombroso de la idea de Rose es que escribió este artículo en 1986, antes de la aparición del Internet que todos usamos hoy. Con un estilo muy sencillo, Rose planteó la pregunta más importante de todas: ¿cuándo debe quedar la

propiedad en manos privadas y cuándo debe estar en manos de todos, es decir, en el procomún? Según ella, las propiedades en cuestión deben prestarse físicamente a ser monopolizadas por particulares, pero «el derecho público debe ser superior al del propietario particular si estas propiedades son más valiosas cuando las usan un número indefinido e ilimitado de personas, es decir, el público en general».[8] Rose veía que «lo público» de los bienes y servicios «crea la "renta" de la propiedad y que las doctrinas de la propiedad pública —como las doctrinas del poder policial— protegen esta renta creada públicamente para que no caiga en manos privadas».[9]

El virulento ataque de Rose a las tesis de Hardin sobre la tragedia del procomún y su defensa igualmente enérgica de lo que ella calificó de comedia, fue seguido cuatro años más tarde por la publicación de *The Governing of the Commons*, de Elinor Ostrom. Ostrom, que era economista y profesora de la Universidad de Indiana y de la Universidad Estatal de Arizona, escribió un análisis económico y antropológico exhaustivo de la historia del procomún —el primero— que abarcaba mil años. Su trabajo deslumbró a la comunidad intelectual y al mundo económico académico. Su agudo análisis de las razones por las que la gestión del procomún había triunfado y fracasado en el pasado, y sus pragmáticas propuestas para garantizar el éxito de su gestión en el futuro, le valieron el Nobel de Economía en 2009, siendo la primera mujer en recibir este honor.

Ante todo, Ostrom era economista, pero no tenía ningún reparo en adoptar el papel de antropóloga. Estudió las formas de gestionar el procomún desde los Alpes Suizos hasta las aldeas de Japón para descubrir los principios que las convertían en modelos de una gestión eficaz. Desde el inicio de su trabajo se ocupó de explicar que muchos procomunes que

había estudiado habían «sobrevivido a sequías, inundaciones, guerras, plagas y grandes cambios económicos y políticos» durante largos períodos de la historia. Con esto dejaba muy claro que el procomún ha sido una institución admirable y digna de reconsiderar ante los retos y las oportunidades de carácter ecológico, económico y social que se plantean a la humanidad en un mundo que cada vez está más interconectado.[10]

Su investigación contradecía la afirmación de Hardin de que «todo» procomún estaba destinado a la ruina a causa de los ventajistas, y ponía en entredicho el dogma tan repetido por los economistas —desde los tiempos de Adam Smith— de que los seres humanos miran únicamente por su interés personal e inmediato en el mercado.[11]

Al contrario, Ostrom encontró que al gestionar recursos comunes —pastos para ganado, zonas de pesca, sistemas de irrigación, bosques, etcétera— lo más frecuente era que cada persona antepusiera el interés de la comunidad a su interés personal, y que priorizara la conservación a largo plazo del recurso común frente a sus circunstancias personales, aunque fueran muy difíciles. En cada caso, el aglutinante que hacía viable el procomún eran unos protocolos de autogestión que se habían acordado voluntariamente mediante la participación democrática de todos los implicados. La retroalimentación y la colaboración que se daban sin cesar de una generación a otra creaban vínculos de confianza social. Estos vínculos impedían que el procomún se anquilosara o se desintegrara. En las peores épocas, este «capital social» era el principal activo que permitía al procomún seguir adelante. En su investigación histórica de la gestión del procomún, Ostrom observó que:

> Ha habido miles de oportunidades de obtener grandes beneficios rompiendo las reglas, porque las sanciones esperadas eran relativamente leves. En España, hurtar agua en época de sequía puede salvar una cosecha. En Filipinas, el agricultor que evita trabajar en el mantenimiento diario de los sistemas de irrigación puede obtener un dinero que necesita haciendo otras cosas. La tala ilegal de árboles en los procomunes montañosos de Suiza o de Japón es muy rentable. Ante tales tentaciones, el elevado nivel de cumplimiento de las reglas en todos estos casos es extraordinario.[12]

Aunque todo procomún establece sanciones y castigos para hacer cumplir los protocolos de gestión acordados, Ostrom encuentra muy llamativo que en casi todos los casos las multas por violar las normas son «sorprendentemente leves» y «rara vez son más que una parte mínima del valor monetario que se podría obtener infringiendo las reglas».[13]

El control de las actividades en el procomún suele estar a cargo de sus miembros. La cercanía de este control hace que haya menos infracciones, no solo porque «no hay ningún lugar donde ocultarse», sino también por la sensación de culpa y vergüenza que puede sentir el infractor por haber traicionado la confianza de sus vecinos y amigos.

La comuna suiza de Törbel, que cuenta con unos 600 habitantes, es uno de los muchos ejemplos citados por Ostrom de un procomún que ha durado más de ochocientos años. Las familias de Törbel cultivan en sus propias tierras verduras, cereales y frutas, además de heno para alimentar a sus vacas durante el invierno, y en los meses de verano apacientan las vacas en prados alpinos de propiedad comunal. Con la leche de estas vacas hacen queso, un componente vital para la economía local.[14]

El acuerdo en que se funda el procomún de Törbel, que se remonta a 1483 y ha sido revisado y actualizado muchas veces desde entonces, especifica las normas para el mantenimiento de los prados, los bosques, los eriales, los sistemas de irrigación y los caminos que unen las tierras privadas con las comunales.[15]

Este procomún suizo tiene unos límites fijados con toda claridad, y su uso solo está permitido a los residentes. Unas reglas concretas determinan que no haya sobrepastoreo. Una restricción acordada por primera vez en 1517 determina que «ningún ciudadano podrá llevar a los pastos más vacas de las que pueda alimentar en invierno».[16] Las vacas enviadas a la montaña para pastar en verano se cuentan al principio de la estación para determinar la cantidad de queso que recibirá cada familia en el reparto anual.[17]

La asociación de miembros del procomún celebra asambleas anuales para hablar de la gestión, revisar los acuerdos y elegir a la junta. La asociación también se encarga de poner multas, organizar el mantenimiento de caminos y carreteras, reparar infraestructuras y cobrar cuotas a los miembros para pagar los trabajos realizados. En general, estas cuotas son proporcionales al número de vacas que posee cada familia. La asociación también marca los árboles que se van a talar para leña o para la construcción, y los asigna al azar a las familias para que se encarguen de la tala. Aunque cada familia posee sus propias tierras —huertos, viñas y campos de cultivo— los acuerdos del procomún contemplan compartir infraestructuras como establos, graneros y hasta viviendas de varias plantas.[18]

Törbel ha mantenido un nivel elevado de productividad durante todos estos siglos gracias a la gestión cuidadosa de su procomún. En un estudio publicado en *Human Ecology*, Robert McC. Netting afirma que si bien las familias de Törbel

disfrutan de la propiedad privada de sus tierras, prefieren la propiedad comunal de otros recursos por la muy práctica razón de que «fomenta la producción óptima de ciertas clases de recursos y el acceso general a ellos, instando a toda la comunidad a velar por su conservación y protección».[19] Y Törbel no es una anomalía. Más del 80 % de la región alpina de Suiza está gestionada por un sistema mixto que combina la propiedad privada para la agricultura con la gestión en procomún de prados, bosques y eriales.[20]

Con los años, mi mujer Carol y yo hemos tenido el placer de visitar incontables veces aquellas comunidades alpinas. Y nunca nos deja de impresionar su gran calidad de vida. Sus habitantes parecen haber hallado el equilibrio idóneo entre lo tradicional y lo contemporáneo, mezclando una gestión muy avanzada del procomún con un buen sentido comercial y con una administración local inteligente y progresista. Estos pueblos alpinos ejemplifican las prácticas sostenibles y son una clara demostración de lo que se puede lograr cuando el procomún es un eje vital de la vida local.

Los procomunes de los Alpes suizos no son una rareza exclusiva de aquel país. En todo el mundo hay millares de ejemplos similares de organización en procomún que van de las comunidades agrícolas tradicionales de muchos países en vías de desarrollo hasta las reglas de copropiedad más complejas que rigen muchas comunidades suburbanas de los Estados Unidos.

Cuando se estudian las ventajas y los inconvenientes de los tres principales modelos de gestión —público, privado y procomún— no queda claro que uno siempre sea necesariamente mejor o peor que el otro. Determinar cuál es el mejor modelo de gestión depende en gran medida del contexto.

La propiedad privada es muy eficiente para determinados fines. Pero creer que la mejor forma de gestión es ponerlo virtualmente todo en manos privadas —que es lo que propugnan la mayoría de los economistas partidarios del libre mercado— no pasa la «prueba del algodón», sobre todo cuando se trata de bienes y servicios públicos que todo el mundo necesita. ¿Quién querría vallar cada frente de playa, cada lago y cada río, cada bosque, cada comunidad suburbana, cada carretera y cada puente, y poner los diversos ecosistemas de la Tierra en manos privadas, otorgando a los propietarios el derecho a cobrar por permitir el acceso a esos recursos y su uso o, peor aún, dándoles el derecho a impedir ese acceso? Quien haya vivido la voraz destrucción de ecosistemas y recursos naturales por obra de promotores inmobiliarios sabrá que el mercado privado no es siempre el medio más eficiente para optimizar el bienestar general.

Del mismo modo, aunque los Estados han supervisado de un modo muy loable la gestión de muchos bienes públicos, desde las redes viarias y los recursos hídricos hasta el servicio postal y la enseñanza pública, muchas veces no han sabido entender la compleja dinámica que generan las peculiaridades de cada caso concreto. Dictar disposiciones y protocolos de aplicación general, sin distinciones, suele dar lugar en muchos casos a una gestión pésima, sobre todo si está a cargo de burócratas anónimos que carecen de vínculos con las comunidades que administran.

Quizá el aspecto más básico del procomún sea que quienes mejor saben gobernar la vida de una comunidad concreta son sus miembros. Si existen recursos, bienes y servicios que por su naturaleza son públicos, y si la mejor manera de optimizarlos es que sean de acceso y uso público, nadie los sabrá gestionar mejor que la comunidad como un todo.

Tras años de estudios de campo y de investigación sobre lo que hace que un procomún funcione, Ostrom y sus colegas propusieron una lista de siete «principios de diseño» que parecen caracterizar cada procomún eficaz que examinaron.

En primer lugar, la gestión eficaz de un procomún exige unos «límites definidos con claridad» que determinen quiénes tienen acceso a él y quiénes no.

En segundo lugar, es necesario fijar reglas que limiten el tiempo, el lugar, las tecnologías y la cantidad de los recursos que se pueden utilizar, además de reglas sobre la cantidad de trabajo, material y dinero que se debe dedicar al procomún.

En tercer lugar, la asociación que rige el procomún debe garantizar que sus miembros determinen democráticamente las reglas y sus modificaciones con el paso del tiempo.

En cuarto lugar, la asociación que rige el procomún debe garantizar que quienes supervisen las actividades que se lleven a cabo en el procomún sean miembros del mismo o bien alguien que responda ante ellos.

En quinto lugar, los miembros que incumplan las reglas deberán someterse a sanciones proporcionadas impuestas por los otros miembros o por alguien responsable ante ellos, con el fin de evitar un castigo excesivo que pueda agriar su participación futura y genere malestar en la comunidad.

En sexto lugar, la asociación que rige el procomún deberá establecer medios para acceder con rapidez a una mediación privada de bajo coste para resolver cualquier conflicto entre sus miembros o entre ellos y las autoridades públicas.

En séptimo lugar, es fundamental que las autoridades públicas reconozcan y aprueben la legitimidad de las reglas fijadas por el procomún. Cuando las autoridades no reconocen mínimamente la potestad de autogestionarse de un procomún y

lo consideren ilegítimo, lo más probable es que el procomún no sobreviva mucho tiempo.[21]

Estos siete principios aparecen una y otra vez en la organización de procomunes de todo el mundo. Antes de la era de las comunicaciones a escala mundial, muchas comunidades aisladas o con poco contacto con el exterior habían ideado modelos de gestión similares, lo que plantea la interesante cuestión de si aquí interviene alguna constante universal.

Ostrom y sus colegas estudiaron esta posibilidad en el laboratorio y hallaron que cuando los sujetos se enfrentaban a un problema relacionado con algún recurso común y se les obligaba a tomar una decisión personal y anónima porque no podían consultar a nadie más, siempre acababan abusando del recurso. En cambio, si se les permitía consultar con los demás, los abusos se reducían de una manera drástica. Estos estudios de laboratorio también revelaron que los sujetos estaban dispuestos a pagar cuotas para poder multar a los infractores, manifestando su disposición a sancionar a otros aunque a ellos les costara algo.[22] Ostrom también halló que cuando los sujetos podían crear sus propias reglas para suspender el disfrute de un recurso, y cuando podían optar por castigar a los demás y determinar la medida del castigo, se acercaban en el laboratorio a un sistema de suspensión muy próximo al óptimo. Además, aunque rara vez tenían que castigar a otro miembro, estaban dispuestos a hacerlo de haber sido necesario. Estos experimentos indican que cuando la gente puede establecer sus propias reglas para gestionar recursos comunes llegan intuitivamente a alguna variación de los principios de diseño que han dado forma y dirección a la gestión de procomunes de todo el mundo.[23]

Es probable que estos datos desconcierten a la mayoría de los economistas porque su disciplina está muy ligada a la idea de que el ser humano es egoísta por naturaleza y solo aspira a optimizar su propia autonomía. Muchos economistas partidarios del mercado encuentran execrable la sola idea de priorizar el interés colectivo por voluntad propia. Harían bien en estudiar a fondo las conclusiones de la biología de la evolución y de la ciencia neurocognitiva. Muchos estudios y experimentos realizados en los últimos veinte años están echando por tierra la antigua creencia de que, en el fondo, los seres humanos son utilitaristas solitarios que merodean por el mercado en busca de oportunidades para enriquecerse explotando a sus semejantes.

Hoy sabemos que nuestra especie es la más social y que cuenta con un neocórtex muy voluminoso y extraordinariamente complejo. La peor condena que se puede imponer a una persona es el ostracismo. Los científicos cognitivos nos dicen que nacemos con unos circuitos neurales que nos permiten sentir empatía ante el sufrimiento ajeno y que la supervivencia de nuestra especie se ha debido mucho más a la sociabilidad colectiva que a las tendencias egoístas. Lejos de ser una anomalía, el procomún como forma de gestión de la actividad económica parece concordar mucho más con nuestros instintos biológicos que la cruda imagen de un mercado anónimo en el que una mano invisible recompensa mecánicamente la conducta egoísta en un juego de suma cero.

¿Y por qué este interés tan repentino en recuperar el procomún como modelo de gobierno de la sociedad? Aunque no hay una respuesta fácil a esta pregunta, intentaré proponer al menos algunos parámetros pertinentes.

El movimiento económico impulsado por Reagan y Thatcher para privatizar los bienes y servicios públicos, y que acabó con la venta de redes de telecomunicaciones, frecuencias de radio,

redes de distribución eléctrica, redes ferroviarias, transportes públicos, servicios postales, terrenos públicos, investigación científica con financiación pública, derechos de prospección, servicios de agua y alcantarillado, y toda una serie de bienes y servicios que desde siempre se habían considerado públicos y estaban administrados por el Estado, hizo que el Estado dejara de ser responsable de velar por el bienestar general de la sociedad.

La desregulación y la privatización se extendieron sin demora a otros países. El alcance y la medida de aquella capitulación fueron impresionantes. Los Estados se quedaron sin nada de la noche a la mañana, como cáscaras huecas, y el sector privado adquirió un poder inmenso sobre la sociedad. Los ciudadanos fueron despojados de su poder colectivo y se convirtieron en millones de agentes autónomos obligados a arreglárselas en un mercado cada vez más controlado por unos centenares de grandes transnacionales. Esta pérdida de poder se produjo a la velocidad del rayo, dejando poco tiempo para la reacción pública y menos aún para la participación de la ciudadanía en el proceso. Prácticamente no se planteó ningún debate generalizado a pesar de la envergadura del traspaso de poder del Gobierno al sector privado. La inmensa mayoría de la población no fue consciente de dicho proceso ni pudo participar en él aunque sufriera las consecuencias.

En la mayoría de los casos, los economistas partidarios de la libertad del mercado, los dirigentes empresariales, los intelectuales neoliberales y hasta políticos tenidos por progresistas como el presidente Bill Clinton y el *premier* británico Tony Blair, impusieron su visión del mercado como clave única para el progreso económico mientras tildaban a los críticos de anticuados o incompetentes o, peor aún, de apologistas de un «Gobierno grande» al estilo de la URSS. El

derrumbe del imperio soviético, con su extendida corrupción, sus ineficiencias y el estancamiento de su economía, se sacaba a relucir a cada oportunidad como chivo expiatorio y prueba fehaciente de que el bienestar de la sociedad se garantiza mejor colocando todos los huevos económicos en la cesta del mercado y dejando que el Estado quede relegado a las funciones públicas más elementales.

Hubo grandes segmentos de la ciudadanía que apoyaron este movimiento, en parte porque compartían una sensación de frustración y desilusión por la gestión de esos bienes y servicios por parte del Estado. Pero esta sensación había sido provocada en gran medida por una comunidad empresarial ávida de poseer y explotar aquella abundancia económica tan lucrativa, que durante mucho tiempo había estado en manos del Estado y fuera del alcance del mercado. Después de todo, en la mayoría de los países industrializados, los bienes y servicios administrados por el Estado tenían un historial envidiable. Los trenes eran puntuales, el servicio postal era fiable, los programas de las radios y televisiones públicas eran de calidad, las redes eléctricas y telefónicas daban un buen servicio, la enseñanza pública era adecuada, y así tantas cosas más.

Al final se acabó imponiendo la ideología de la libertad de mercado. Sin embargo, no pasó mucho tiempo antes de que diversos segmentos de la ciudadanía —sindicatos, pequeñas empresas, organizaciones no gubernamentales y activistas de base del mundo industrializado y de países en desarrollo— recobraran el aliento, hicieran un balance de la situación y se dieran cuenta de que el sector privado había engullido en un abrir y cerrar de ojos, y de un solo bocado, gran parte de la riqueza del planeta transformándola en «carne de mercado», y que tenía poder suficiente para resistir cualquier desafío a su supremacía.

Con el Estado prácticamente sin competencias e incapaz de ofrecer un contrapeso viable al mercado privado, muchos ciudadanos iniciaron la búsqueda de otro modelo de gobierno que reflejara mejor sus intereses y sensibilidades. Ante la decepcionante gestión del Estado centralizado, burocrático y, en ocasiones, impersonal por un lado, y con el monstruo comercial, manipulador y cicatero decidido a atrapar todos los aspectos de la vida en la red de sus ingresos y sus márgenes de beneficios por otro, aquellos ciudadanos se propusieron encontrar un modelo de gobierno basado en una forma más democrática y colaborativa de organizar la vida económica. Y así fue como redescubrieron el procomún.

Las comunidades también sufrían la creciente degradación de sus ecosistemas, primero a causa del poder geopolítico de los Estados y, después de la desregulación, por el poder de las grandes transnacionales que intimidaban a los países del mundo para que se doblegaran ante su sed de mano de obra barata y de unas leyes medioambientales poco estrictas.

Una tras otra, las comunidades empezaron a caer víctimas del aterrador peaje en forma de degradación de los recursos medioambientales y empezaron a sufrir el impacto devastador del cambio climático, que amenazaba su supervivencia por los daños que causaba a sus infraestructuras y su productividad. Ante la falta de respuestas efectivas por parte de los Gobiernos y viéndose a merced de una maquinaria corporativa mundial que eludía toda responsabilidad ante las comunidades locales, muchas organizaciones civiles y empresas vieron en el procomún un modelo de gestión con el que poder recuperar el equilibrio económico.

Posteriormente, la consolidación de las tecnologías que marcaron el último cuarto del siglo XX abrió las puertas a nuevas posibilidades económicas y dio origen a un debate

mundial en torno a qué parte de los restantes recursos de la Tierra se podían acotar y privatizar, y qué parte habría que dejar en manos del sector público. En esta ocasión, la ofensiva por acotarlo todo llegó hasta los componentes más básicos de la naturaleza y de la vida.

La industria de la biotecnología se propuso patentar los genes que subyacen a toda forma de vida. La industria de las telecomunicaciones presionó por la venta de todo el espectro electromagnético al sector privado para tener el control de las frecuencias que canalizan gran parte de la comunicación y la información que recibe la sociedad. Y, últimamente, la industria de la nanotecnología se propone patentar procesos para manipular el mundo físico en el nivel atómico.

Cómo descubrí el procomún

Mi primer contacto con esos nuevos acotamientos de alta tecnología fue en 1979. Ananda Chakrabarty, un microbiólogo de General Electric, solicitó a la oficina de patentes de los Estados Unidos (PTO, Patents and Trademark Office) la patente de un microorganismo diseñado genéticamente para eliminar petróleo vertido en el mar.[24] La PTO rechazó la solicitud alegando que la legislación estadounidense prohíbe patentar seres vivos con la excepción de las plantas obtenidas por reproducción asexual, que se podían patentar por una ley especial aprobada por el Congreso.

El caso de Chakrabarty acabó en el Tribunal Supremo de los Estados Unidos, y allí fue donde intervine yo como representante de la ONG People's Business Commission (que poco después pasó a llamarse Foundation on Economic Trends). Nuestra organización presentó en nombre de la PTO un *amicus curiae* —escrito presentado por alguien que no es parte en la causa— en el que se argumentaba que los genes,

lejos de ser inventos, son simples descubrimientos en el estudio de la naturaleza por mucho que se extraigan, se purifiquen, se aíslen y se identifiquen por su uso y su función. Después de todo, a los químicos nunca se les ha permitido patentar los elementos de la tabla periódica, aunque también ellos han afirmado que el hecho de aislarlos, purificarlos y detallar sus propiedades hacía que fueran más inventos que hallazgos. Con todo, la PTO rehusó otorgar patentes sobre los elementos químicos básicos.[25]

En nuestro escrito, preparado por mi colega Ted Howard, avisábamos de que si esas patentes se otorgaran se abriría la posibilidad de patentar todos los componentes genéticos básicos que conforman el esquema evolutivo de las especies biológicas. Conceder a empresas privadas la propiedad del código genético acotaría el recurso más preciado de todos —la vida misma— reduciéndolo a una simple mercancía con la que lucrarse explotándola y vendiéndola en el mercado.[26] Estaba sentado en la sala del Tribunal Supremo al lado de varios representantes de *lobbies* empresariales, escuchando los argumentos y pensando que la posibilidad de acotar el acervo genético de la Tierra marcaría un momento decisivo para la humanidad y repercutiría en el futuro de nuestra especie y de los restantes seres vivos.

El Tribunal, por un escaso margen de 5 a 4, otorgó la patente sobre el primer organismo modificado genéticamente. Warren Burger, presidente del Tribunal, citó específicamente los argumentos de nuestro escrito tildándolos de «catálogo de horrores» y dijo que errábamos al creer que la decisión de ceder la herencia genética de la Tierra al sector privado tendría consecuencias imprevisibles para la sociedad.[27]

En 1980, solo al cabo de unos meses de aquel fallo, Genentech, la primera empresa de biotecnología, salió a bolsa con una oferta de un millón de acciones a 35 dólares la acción. En solo una hora la cotización subió a 88 dólares y al final de la sesión el valor de Genentech había subido 35 millones de dólares en «una de las mayores alzas de la historia». Y eso que aún no había puesto a la venta ni un solo producto.[28] Las grandes empresas agroalimentarias, químico-farmacéuticas y biotecnológicas se unieron a la fiesta decididas a apropiarse del código genético.

Siete años después, el «catálogo de horrores» del que habíamos advertido se materializó. En 1987, la PTO abandonó su postura contraria a patentar la vida y decidió que era posible patentar cualquier organismo pluricelular diseñado genéticamente, animales incluidos. En un intento de acallar el coro de protestas, el entonces director de patentes y marcas, Donald J. Quigg, dejó muy claro que el ser humano quedaba excluido, pero solo porque la XIII enmienda de la Constitución estadounidense prohíbe la esclavitud humana.[29] No obstante, es posible patentar embriones humanos modificados genéticamente, así como genes, líneas celulares, tejidos y órganos humanos, con lo que se abre la posibilidad de patentar cualquier parte de nuestro cuerpo.

Desde entonces, las empresas del sector han recorrido el mundo haciendo «bioprospecciones» en busca de genes y líneas celulares —incluyendo genes de poblaciones humanas— que puedan tener valor comercial en campos que van de la agricultura a la farmacia y la medicina, y protegiendo estos «inventos» con patentes. La Foundation on Economic Trends (FOET) ha dedicado los últimos treinta y dos años a

combatirlas en Oficinas de patentes, Tribunales y Cámaras legislativas.

En 1995, la FOET reunió una coalición de más de 200 autoridades religiosas de los Estados Unidos, incluyendo los jerarcas de prácticamente todas las confesiones protestantes además de obispos católicos y dirigentes judíos, musulmanes, budistas e hindúes, con el fin de expresar su rechazo a la concesión de patentes para genes, órganos y tejidos animales y humanos. Fue la mayor coalición de autoridades religiosas jamás reunida en los Estados Unidos para adoptar una postura común sobre una cuestión, pero no sirvió prácticamente de nada.[30]

Años antes —a mediados de los ochenta— empecé a tomar conciencia de que oponerse a las patentes sobre la vida en un sistema capitalista en el que las leyes y la regulación por parte del Estado estaban concebidas para fomentar el acotamiento comercial del procomún de la Tierra, no servía de nada. Si el Gobierno y el sector privado iban de la mano, ¿qué otra vía institucional había para cuidar la biología de la Tierra y los restantes recursos del planeta? La búsqueda de una respuesta a esta pregunta me llevó a redescubrir el procomún.

Encontré muy poca información sobre el procomún, casi toda en estudios antropológicos muy esotéricos, y aún pude encontrar menos en la historia formal. En su mayor parte, la historia de los procomunes había quedado relegada a algunos párrafos en libros de texto que hablaban de su papel en la economía feudal de Inglaterra. Pero al seguir explorando empecé a encontrar más información sobre los procomunes de varias partes del mundo, la mayoría de ellos también con una organización económica feudal. Al final caí en la cuenta de que el procomún era una metáfora mucho más amplia que se

aplicaba a fenómenos muy diversos, y me dispuse a escribir un libro sobre la historia de los procomunes y los acotamientos empezando por el cercamiento de las tierras de labranza en la Europa feudal. Luego pasé al acotamiento del procomún oceánico en la era de la exploración y los descubrimientos del siglo XVI; al acotamiento del procomún del conocimiento con la propiedad intelectual, las patentes, los derechos de autor y las marcas registradas de finales del siglo XVIII; al acotamiento del procomún del espectro electromagnético a principios del siglo XX con la concesión de frecuencias de radio al sector privado, y, por último, al acotamiento del procomún genético a finales del siglo XX con la concesión de patentes para genes.

Al enmarcar la narración histórica desde una perspectiva de procomunes y acotamientos, descubrí una descripción mucho más convincente de la aventura humana en los últimos cinco siglos de historia. Publiqué mis conclusiones en 1991, en un libro titulado *Biosphere Politics* en el que instaba a reabrir el procomún universal y proponía que reconsiderar el modelo del procomún para el siglo XXI podría ser un punto de encuentro donde conjugar los diversos intereses de ámbitos muy dispares en una causa común.

En 2002, la **FOET** puso la teoría en práctica reuniendo a 250 organizaciones de 50 países en el Foro Social Mundial de la ciudad brasileña de Porto Alegre, en apoyo de un tratado para compartir el procomún genético. Había asociaciones de agricultores, grupos feministas, defensores del comercio justo, activistas biotecnológicos, asociaciones de alimentos ecológicos, grupos religiosos, organizaciones ecológicas, y organizaciones contra el hambre y de ayuda a emergencias. El preámbulo de la propuesta para el tratado declaraba que el patrimonio genético de la Tierra es un procomún compartido que la humanidad

tiene en custodia en nombre de nuestra especie y de todos los seres vivos:

> Proclamamos que estas verdades son universales e indivisibles:
>
> Que el valor intrínseco del acervo genético de la Tierra, en todas sus manifestaciones y formas de vida, precede a su utilidad y valor comercial y por ello debe ser respetado y protegido por todas las instituciones políticas, comerciales y sociales.
>
> Que el acervo genético de la Tierra, en todas sus manifestaciones y formas biológicas, existe en la naturaleza y que por ello no se puede reclamar como propiedad intelectual aunque se haya purificado y sintetizado en laboratorio.
>
> Que el acervo genético del mundo, en todas sus manifestaciones y formas de vida, es un legado común y, por ello, una responsabilidad colectiva,
>
> Y,
>
> Que nuestro conocimiento creciente de la biología nos confiere la obligación especial de actuar como custodios en aras de la preservación y el bienestar de nuestra especie y de todos los seres vivos.
>
> Por lo tanto, las naciones del mundo declaramos que el acervo genético de la Tierra, en todas sus manifestaciones y formas de vida, es un procomún mundial que debe ser protegido y nutrido por todos los pueblos, y declaramos, además, que los genes y los productos que ellos codifican, en su forma natural, purificada o sintetizada, al igual que los cromosomas, las células, los tejidos, los órganos y los organismos, incluyendo los organismos clonados, transgénicos y quiméricos, no podrán ser reclamados como información genética negociable comercialmente ni como propiedad intelectual por Gobiernos, empresas comerciales u otras instituciones o personas.[31]

Desde entonces se han creado diversas organizaciones y asociaciones cuyo objetivo es gestionar el procomún genético mundial e impedir más acotamientos del mismo.

La Global Crop Diversity Trust (GCDT), una asociación independiente sin fines de lucro fundada por Cary Fowler, trabaja con instituciones dedicadas a la investigación, grupos de conservación de germoplasma, asociaciones de agricultores, criadores independientes de plantas y otros grupos con intereses agrícolas, para conservar los recursos fitogenéticos del mundo, cada vez más reducidos. Como parte de su misión, el GCDT ha construido una enorme cámara subterránea bajo el manto de hielo de una pequeña isla del archipiélago noruego de Svalbard, en el Océano Ártico, una de las zonas más remotas del mundo. El laberinto de túneles que recorre el interior de la cámara sellada y climatizada contiene miles de semillas poco comunes de todo el mundo para su uso por generaciones futuras. La cámara actúa como un depósito a toda prueba que puede almacenar hasta tres millones de variedades de semillas usadas en agricultura, para garantizar su custodia en un mundo lleno de guerras y que sufre cada vez más catástrofes causadas por el ser humano. El GCDT actúa como un procomún autogestionado a escala mundial. Su red, formada por miles de científicos y cultivadores, busca constantemente semillas de variedades de plantas tradicionales y silvestres para trasladarlas a la cámara y aumentar las reservas de semillas almacenadas.[32] En 2010, el GCDT puso en marcha un programa mundial para encontrar, catalogar y conservar los parientes silvestres de las veintidós plantas comestibles básicas de las que depende la supervivencia de la humanidad.

La intensificación de la defensa del procomún genético se produce en un momento en que las nuevas tecnologías informáticas aceleran la investigación genética. El nuevo campo de la bioinformática ha alterado radicalmente la naturaleza de la investigación biológica, como han hecho las TIC e Internet

en los campos de la generación de energía renovable y de la impresión 3D. Según estudios recopilados por el National Human Genome Research Institute de los Estados Unidos, los costes de secuenciar ADN se están desplomando a un ritmo que supera la curva exponencial de la ley de Moore sobre la potencia de los procesadores.[33] El doctor David Altshuler, subdirector del Broad Institute de la Universidad de Harvard y del MIT, observa que, en los últimos años, el precio de secuenciar ADN se ha reducido a una millonésima parte.[34] En otras palabras, el coste de leer un millón de pares de bases de ADN —el genoma humano contiene unos 3.000 millones— ha caído de 100.000 dólares a solo seis centavos.[35] Esto indica que el coste marginal de muchas investigaciones genéticas se acercará a cero en un futuro no muy lejano, haciendo que estos datos biológicos tan valiosos sean casi gratuitos, igual que lo es la información en Internet.

La secuenciación de ADN y otras biotecnologías nuevas nos están situando en el camino hacia la democratización de la investigación. Según Ariana Eunjung Cha, periodista científica del *Washington Post*:

> Hace una generación, el proceso de manipular los genes de un organismo exigía millones de dólares en equipos muy complejos y años de ensayo y error.
>
> Hoy se puede hacer en un garaje en pocos días, con equipos de segunda mano comprados en Internet.[36]

La investigación biológica y el conocimiento resultante de ella, que dos decenios atrás solo estaban al alcance de una élite de científicos que trabajaban para los Gobiernos o para la industria, hoy está al alcance de miles de estudiantes universitarios y de aficionados. Preocupados porque las grandes transnacionales de la biotecnología se apresuren a convertir la

información biológica del planeta en propiedad intelectual, los ecologistas se esfuerzan por impedir lo que consideran el acotamiento supremo. A esta iniciativa se está sumando una generación de investigadores jóvenes que han crecido con Internet y consideran que compartir libremente la información genética es un derecho tan importante como la libertad de acceso a otras clases de información.

La posibilidad de que la investigación genética sea casi gratuita y de que sus aplicaciones en el futuro sean igual de baratas hace que la gestión en procomún de proyectos científicos sea una opción muy real. Las redes sociales se ven inundadas de propuestas y artículos científicos sobre la gestión en procomún de la investigación genética y de sus aplicaciones, y cada vez aparecen más asociaciones para la gestión en procomún de innovaciones genéticas.

La presión por abrir el procomún genético que ejerce una generación de científicos jóvenes ha llevado este tema al centro del debate público. El creciente apoyo popular a la noción de compartir la información genética ha obligado al Tribunal Supremo de los Estados Unidos a revocar en parte su anterior dictamen a favor de la concesión de patentes sobre la vida. En junio de 2013, el tribunal falló por unanimidad que los genes relacionados con el cáncer de mama son hallazgos hechos en la naturaleza, no inventos humanos, invalidando así una patente sobre estos genes otorgada a Myriad Genetics. Este fallo supone un primer paso importante para reabrir el procomún genético, pero no es tan decisivo como podría parecer, porque los genes naturales modificados ligeramente mediante nuevas tecnologías de clonación aún se consideran invenciones humanas patentables, lo que permite que las empresas biotecnológicas y farmacéuticas continúen acotando parcialmente el acervo genético del planeta.

La presión por la libertad de acceso a los conocimientos acumulados sobre la biología del planeta recuerda mucho a la presión por la libertad de acceso a *software*, música, vídeos y noticias entre 1992 y 2008, cuando la caída de los costes marginales de generar información dio lugar a procomunes abiertos como Linux, Wikipedia, Napster y YouTube.

La asociación de ecologistas y *hackers*

El movimiento de la «genética libre» ha corrido paralelo al movimiento del «*software* libre» durante los últimos treinta años. Los dos abogan por el intercambio libre de información frente a la protección de la propiedad intelectual, y cada uno se enfrenta a enemigos colosales. Los primeros líderes del movimiento del *software* libre se dieron cuenta de que los grandes medios de comunicación, la industria de las telecomunicaciones y el mundo del espectáculo cerrarían filas y harían lo que hiciera falta para tapar cualquier laguna en la ley de propiedad intelectual que pudiera dar alas a la insurgencia. Los ecologistas hubieron de hacer frente a una situación similar con la industria farmacéutica y biotecnológica, y con el sector agroalimentario.

Los dos movimientos tenían en común una base filosófica y pronto empezaron a compartir una base tecnológica con el nuevo campo de la bioinformática; los investigadores usaban la informática para obtener, descifrar, catalogar, almacenar y reconfigurar información genética, creando así una forma nueva de capital genético adecuada para la era bioindustrial. El uso de programas informáticos muy sofisticados proporcionó un lenguaje nuevo para conceptualizar la biología y un medio para organizar el flujo de información genética en una economía biotecnológica. Como afirmaba en mi libro *El siglo de la biotecnología*, publicado en inglés en 1998, «las tecnologías

informáticas y genéticas están confluyendo en una realidad tecnológica nueva y muy poderosa».[37]

Hoy, biólogos moleculares de todo el mundo colaboran en el proyecto de recopilación de datos más importante de la historia. Investigadores que trabajan en centros privados, públicos y universitarios están «mapeando» y secuenciando los genomas completos de seres que van desde la más simple de las bacterias hasta el ser humano, con el objetivo de hallar maneras nuevas de utilizar la información genética con fines económicos.

Los biólogos moleculares esperan haber secuenciado y catalogado los genomas de decenas de miles de organismos vivos a mediados de este siglo, para contar con una extensa biblioteca que contenga la información evolutiva de muchos de los microorganismos, las plantas y los animales que viven en la Tierra. La información biológica que se está generando es tan copiosa que se debe almacenar digitalmente en miles de bases de datos de todo el mundo y solo se puede manipular por ordenador. Por ejemplo, si escribiéramos la secuencia completa del genoma humano, ocuparíamos el equivalente a 200 veces la guía telefónica de una gran ciudad,[38] es decir, tendría más de 3.000 millones de entradas. Llevando esta analogía un paso más allá, si quisiéramos imprimir toda la información sobre la diversidad humana, la lista sería por lo menos cuatro órdenes de magnitud mayor, es decir, 10.000 veces el tamaño de la anterior base de datos.

El mapeo y la secuenciación de estos genomas no es más que el principio. Entender y describir todas las relaciones entre genes, tejidos, órganos, organismos y entornos, así como las perturbaciones que activan mutaciones genéticas y respuestas fenotípicas, está tan por encima de cualquier clase de sistema

complejo modelado hasta ahora que esta tarea solo se podrá realizar con un enfoque interdisciplinario apoyado por las mejores mentes de la ciencia informática.

Gigantes de la informática como Bill Gates y expertos en los entresijos de Wall Street como Michael Milken han invertido inmensas cantidades de dinero en el nuevo campo de la bioinformática esperando impulsar la colaboración entre la informática y la biología.

Los ordenadores no solo se utilizan para descifrar y almacenar información genética. También se usan para crear entornos biológicos virtuales en los que modelar organismos, redes y ecosistemas biológicos complejos. Estos entornos o medios virtuales ayudan a los investigadores a formular hipótesis y escenarios nuevos que más adelante se usarán en el laboratorio para probar nuevos productos farmacéuticos y agrícolas. Además, los biólogos trabajan en laboratorios virtuales donde pueden crear moléculas sintéticas con el ratón y el teclado, evitando el proceso con frecuencia laborioso —y que puede tardar años— de sintetizar una molécula real en el laboratorio. Mediante estos modelos informáticos en 3D, los investigadores pueden jugar en la pantalla con diversas combinaciones de moléculas diferentes para ver cómo interactúan.

Los científicos piensan crear en el futuro toda clase de moléculas nuevas usando estas tecnologías informáticas. Los químicos ya están hablando del potencial que ofrecen para crear compuestos que puedan autorreproducirse, conducir impulsos eléctricos, detectar contaminantes, acabar con tumores, contrarrestar los efectos de la cocaína e incluso impedir el avance del SIDA.

Gates está muy entusiasmado con esta confluencia entre la biología y las ciencias de la información: «Estamos en la era de

la información, y es muy probable que la información biológica sea la más interesante que podemos descifrar para intentar cambiarla. No sabemos cuándo, pero lo acabaremos haciendo».[39]

Hoy por hoy, la informática se está extendiendo a todos los ámbitos y se convierte en el medio de comunicación para organizar la energía renovable, la impresión 3D, el trabajo, el marketing, la logística, el transporte, la asistencia médica y la enseñanza superior por Internet. Este lenguaje informático para reorganizar la sociedad ha unido a grupos con intereses muy variados como *infohackers*, *biohackers*, *3D-hackers* y *cleanwebhackers*. Lo que los une es un profundo compromiso con una economía basada en la colaboración y la libertad de acceso y con un modelo de gestión basado en el procomún. Aunque ni los mercados ni los Gobiernos han dejado de tener peso, estos movimientos nuevos tienen en común su firme creencia en que la gestión entre iguales en un régimen de procomún es el mejor modelo de gobierno para garantizar que las ventajas de una sociedad de coste marginal casi nulo se acaben haciendo realidad.

Capítulo 11

LOS «COLABORATISTAS» SE PREPARAN PARA LA LUCHA

Los partidarios del nuevo procomún son mucho más que un movimiento político. Representan una profunda transformación social que probablemente tendrá un impacto tan importante y duradero en la sociedad como el que tuvo el cambio de una visión teológica del mundo a una visión ideológica en los inicios de la era capitalista.

Aunque la pugna entre los prosumidores «colaboratistas» y los inversores capitalistas aún es incipiente, todo parece indicar que esta será la batalla económica decisiva de la primera mitad del siglo XXI. En la primera parte hemos visto que la transición a la matriz de comunicación/energía de la Primera Revolución Industrial estuvo acompañada de la separación entre los obreros y sus herramientas y entre los accionistas y la gestión de las empresas que poseían. La nueva matriz de comunicación/energía de la Tercera Revolución Industrial permite a los consumidores producir lo que consumen, y los nuevos prosumidores colaboran y comparten bienes y servicios en un procomún en red que se distribuye por todo el mundo con unos costes marginales casi nulos. Esta situación altera el funcionamiento de los mercados capitalistas, y el choque económico que se avecina entre colaboratismo y capitalismo, además de ser una manifestación de un conflicto cultural, probablemente redefinirá la naturaleza de la aventura humana en los próximos años. De haber un tema subyacente a la nueva narración cultural, sin duda sería «democratizarlo todo».

El movimiento ecologista, el movimiento de la cultura libre y el movimiento que reivindica el procomún público son los coproductores, por decirlo así, de este drama cultural. Cada uno

aporta al guión sus propias metáforas, estrategias e iniciativas políticas, que se van fusionando cada vez más en un mismo marco de referencia.

Si ha habido algún desencadenante del movimiento de la cultura libre, un momento que galvanizara la esperanza y la imaginación de los *hackers*, probablemente fue cuando uno de los suyos se volvió en su contra poniendo en evidencia la repulsiva vertiente comercial de la revolución del *software* y de la informática. En 1976, un joven y airado Bill Gates denunció a sus compañeros *hackers* en una agria diatriba que iba acompañada de una advertencia velada:

> La mayoría de vosotros sois conscientes de que robáis el *software* que usáis. El *hardware* hay que pagarlo, pero el *software* se puede compartir. ¿Qué más da si la gente que lo ha creado no cobra por su trabajo? ¿Es esto justo? [...] ¿Quién se puede permitir hacer un trabajo profesional a cambio de nada? [...] El hecho es que, aparte de nosotros, casi ningún aficionado ha invertido dinero en *software* [...] y es muy poco el aliciente para poner *software* a vuestra disposición. Lisa y llanamente, lo que hacéis es robar.[1]

Gates no escribió estas palabras tan duras porque sí. La industria de la informática estaba madurando. La cultura de los *hackers* como aficionados a la informática en centros universitarios tecnológicos como el MIT, la Universidad Carnegie Mellon o la Universidad de Stanford, que habían disfrutado del intercambio colaborativo de *software* en un ambiente académico más relajado, festivo y creativo, se enfrentaba a la presencia de nuevos actores en su seno que estaban decididos a llevar al mercado la nueva revolución de las comunicaciones. Gates fue el primero en trazar la línea roja. Richard M. Stallman, otro joven *hacker* que trabajaba en el

Artificial Intelligence Laboratory del MIT, aceptó el desafío y la cruzó.

En defensa del *software* libre

Para Stallman, el *software* se estaba convirtiendo en el lenguaje de comunicación entre personas y entre personas y cosas, y era inmoral y poco ético acotar y privatizar los nuevos medios de comunicación dejando que unos pocos actores empresariales determinaran las condiciones de acceso y le impusieran un precio. Stallman proclamó que todo *software* debía ser libre «[en el sentido de] "libertad de expresión", no [en el de] "barra libre"». Las posturas de Gates y de Stallman no podían ser más opuestas: para Gates, el *software* libre era un robo; para Stallman, era libertad de expresión.

Decidido a crear los medios tecnológicos para que el *software* siguiera siendo distribuido, colaborativo y libre, Stallman pidió la colaboración de los mejores programadores de su entorno para crear un sistema operativo llamado GNU, compuesto por *software* libre que cualquier usuario podía obtener, utilizar y modificar. Dos años después, en 1985, Stallman y otros crearon la Free Software Foundation (FSF) y enunciaron las cuatro libertades subyacentes al credo de la organización:

> Libertad de ejecutar el programa con cualquier fin. Libertad de estudiar el funcionamiento del programa y modificarlo o adaptarlo a tus necesidades. Libertad de distribuir copias del programa para ayudar a los demás. Y libertad de mejorar el programa y poner esas mejoras a disposición de los demás. Así darás a toda la comunidad la oportunidad de beneficiarse de los cambios que hagas.[2]

Con el fin de garantizar las cuatro libertades, Stallman creó un sistema para licenciar el uso del *software* libre al que llamó GNU General Public License (GNU-GPL). Este sistema es

también conocido como «copyleft», porque su objetivo es ofrecer una alternativa al *copyright*.[3]

A diferencia del *copyright* habitual, que da al autor de una obra el derecho de prohibir su reproducción, adaptación o distribución, la licencia *copyleft* faculta al autor para «dar a quienes reciban una copia de su obra el permiso de reproducirla, adaptarla o distribuirla, con la condición de que toda copia o adaptación resultante se someta a la misma licencia de uso».[4]

La licencia GPL se convirtió en el medio para establecer un procomún donde compartir *software*. La licencia incluía muchas de las características propuestas por Elinor Ostrom para la gestión eficaz de cualquier procomún, sobre todo las condiciones para la inclusión, las restricciones para la exclusión, los derechos que rigen el acceso, la supervisión, las sanciones, los protocolos de autogestión y la mejora y el cuidado de los recursos, que son los programas en sí. La licencia GPL y otras licencias de *software* libre que fueron apareciendo después ofrecieron a millones de miembros del procomún del *software* los medios legales para colaborar con libertad siguiendo unos principios operativos acordados formalmente. La licencia GPL también sentó las bases de lo que más adelante se transformaría en el movimiento de la cultura libre. Lawrence Lessig, profesor de derecho de Harvard que acabó personificando el movimiento de la cultura libre, acuñó la acertada expresión, «El código [informático] es ley».[5]

Seis años después de que Stallman presentara el sistema operativo GNU y la licencia GPL, un joven estudiante de la Universidad de Helsinki, Linus Torvalds, diseñó el *kernel,* el núcleo de un sistema operativo para ordenadores personales muy parecido a Unix que era compatible con el proyecto GNU

de Stallman, y lo distribuyó bajo la licencia GPL de la FSF. El núcleo de Linux permitió a miles de prosumidores de todo el mundo colaborar por Internet en la mejora del *software* libre.[6]

Hoy, GNU/Linux se utiliza en más del 90 % de los 500 superordenadores más rápidos del mundo, en muchas de las 500 empresas más importantes e incluso en sistemas integrados como tabletas y teléfonos móviles.[7]

Eben Moglen, profesor de historia del derecho de la Universidad de Columbia, escribió en 1999 estas palabras sobre la importancia fundamental de Linux:

> Puesto que Torvalds optó por distribuir el núcleo de Linux bajo la licencia GPL de la Free Software Foundation [...] los centenares y, más adelante, miles de programadores de todo el mundo que decidieron contribuir a su mejora podían tener la seguridad de que el resultado de su esfuerzo seguiría siendo un *software* libre que nadie podría privatizar. Todos sabían que cualquiera podía probarlo, hacer mejoras, y redistribuir esas mejoras a la comunidad.[8]

GNU/Linux demostró otra cosa aún más importante: que el desarrollo en colaboración de *software* libre en un procomún mundial podía mejorar el desarrollo de *software* patentado en el mercado capitalista. Según Moglen:

> El desarrollo del núcleo de Linux puso de manifiesto la capacidad de Internet para congregar a grupos de programadores, sin ninguna jerarquía y con un tamaño imposible para las empresas, en un proyecto que acabó suponiendo un millón largo de líneas de programación: la magnitud de esta colaboración entre voluntarios no retribuidos y dispersos geográficamente no tiene precedentes en la historia humana.[9]

El movimiento del *software* libre no estuvo exento de críticas, ni siquiera de la misma comunidad informática. En 1998, algunas de las principales figuras del movimiento se separaron para crear la Open Source Initiative (OSI). Según sus

fundadores, Eric S. Raymond y Bruce Perens, la filosofía subyacente al *software* libre ahuyentaba a los intereses comerciales. Les preocupaba especialmente el hecho de que el *software* libre se pudiera asociar a la noción del «coste cero», lo que para las empresas denotaba demasiado la posibilidad de unos márgenes y beneficios nulos y unos productos gratuitos, un salto filosófico excesivo para el mundo empresarial.[10]

Su alternativa fue el llamado «código abierto». La diferencia entre *software* libre y código abierto es más de matiz que de sustancia, porque los dos se basan en la misma clase de licencia. Pero Raymond y Perens deseaban atraer al mundo empresarial y creían que sería más fácil convencerlo de las virtudes del código abierto como propuesta comercial práctica si la concesión de licencias no estuviera ligada a una filosofía que consideraba inmoral y carente de ética tratar la información como propiedad privada.[11]

Stallman y Raymond reconocían que, en la práctica, había muy pocas diferencias entre el *software* libre y el código abierto. Pero Stallman creía que el cambio de nombre le quitaba hierro al concepto, debilitaba el movimiento y abría la puerta a que las empresas pudieran reducir los avances del *software* libre introduciendo cambios sutiles en los términos de la licencia. Stallman resumió las diferencias entre los dos enfoques diciendo que «el código abierto es una metodología de programación; el *software* libre es un movimiento social».[12]

Stallman admitía que el código abierto haría que muchas más empresas usaran *software* libre, pero no por estar de acuerdo con sus premisas, sino básicamente porque su uso les permitiría atraer a más usuarios. «Tarde o temprano —dijo— muchos de estos usuarios se verán tentados a utilizar el *software* comercial por alguna ventaja práctica.»[13] Con todo, el

software de código abierto ha tenido un éxito arrollador y, sin dejar de recibir el favor de círculos académicos y de la sociedad civil, ha atraído a grandes segmentos del mundo empresarial.

El hecho es que el *software* libre y el código abierto han acabado garantizando un acceso universal al *software* como lenguaje de los nuevos medios de comunicación. Con la madurez de Internet, lo que empezó siendo un divertimento para aficionados a la informática se ha transformado en un movimiento social. De la noche a la mañana, millones de personas empezaron a conectarse y a crear salones virtuales para conversar. La aparición de las redes sociales desplazó el interés de la programación a la conversación. Internet se convirtió en la plaza pública virtual mundial, en el lugar de encuentro donde compartir música, vídeos, fotos, noticias y rumores. De repente, el movimiento del *software* libre pasó a formar parte de un movimiento más grande que reclamaba la libertad de la cultura. Eric Raymond empleó la metáfora del «bazar» para describir la actividad febril de este espacio virtual donde ideas, aspiraciones y sueños se combinan con las incontables formas de expresión que utilizan los seres humanos para interactuar.[14] Había una conciencia cada vez mayor de Internet como lugar donde las personas crean capital social en lugar de crear capital de mercado. Todos los jóvenes del mundo querían participar compartiendo vídeos y fotos, intercambiando información sobre música, exponiendo ideas en blogs y aportando datos académicos a Wikipedia con la esperanza de que sus aportaciones fueran útiles para los demás.

Esta transformación de la sociabilidad humana nos lleva hacia una conciencia global que está más allá de los lazos de parentesco, las afiliaciones religiosas y las identidades nacionales. Nos hallamos ante un fenómeno cultural de una

magnitud sin precedentes dirigido por casi 3.000 millones de aficionados. Esta democratización de la cultura a escala mundial ha sido posible gracias al medio de comunicación que nos ofrece Internet y a su lógica operativa distribuida, colaborativa y de escala lateral que favorece la autogestión democrática en un procomún abierto.

Lawrence Lessig fue uno de los primeros en reconocer la importancia social de un medio que estaba democratizando la cultura. En el siglo pasado se distinguía entre la cultura elitista y la cultura de masas, con el sobrentendido de que la primera creaba un capital social de valor duradero y que la segunda era puro entretenimiento para el pueblo.

Pero Internet ha inclinado la balanza cultural. Hoy son las masas —casi 3.000 millones de personas— y no las élites profesionales las que crean la narración social. Con todo, la democratización de la cultura aún no es firme. Lessig y otros nos avisan de que los intereses comerciales y profesionales se unirán en un contraataque para defender la propiedad intelectual y bloquear el extraordinario potencial colaborativo de Internet como foro para la creatividad entre iguales.

El medio es el ámbito

Que la cultura la creen las élites o las masas depende en gran medida de la naturaleza del medio. La revolución de la imprenta de vapor con los libros y periódicos, y la revolución de la electricidad con el cine, la radio y la televisión, favorecieron la protección por *copyright*. El carácter centralizado de los medios y el acotamiento de las contribuciones «individualizaron» los contenidos culturales.[15]

La imprenta introdujo el concepto de autoría individual. No es que antes faltaran autores —como Aristóteles o Tomás de Aquino—, pero eran casos muy excepcionales. Antes de que

apareciera la imprenta, los manuscritos solían ser obra de centenares de amanuenses anónimos que dedicaban mucho tiempo a escribirlos. Un amanuense podía cambiar ligeramente el significado de un breve fragmento de texto retocando una frase o dos, algo que apenas se puede calificar de autoría. Los amanuenses mismos se consideraban copistas. Ni siquiera los escasos autores cuyos nombres se asocian a una obra completa se consideraban creadores de sus escritos y tenían la sensación de que sus ideas venían de una fuente externa en forma de visión o inspiración. La noción de que una idea pudiera surgir del interior, como una intuición creativa personal, les habría sido extraña y hasta incomprensible.

La imprenta democratizó la escritura y permitió que cualquiera pudiera imprimir y distribuir sus pensamientos para que los conocieran otros. La posterior introducción de los derechos de autor trajo la idea de que la persona era propietaria de sus pensamientos y sus palabras. La propiedad personal de las palabras llevó inevitablemente a la idea de que los pensamientos de una persona eran fruto de su trabajo y que, en consecuencia, se podían vender en el mercado. La imprenta y el *copyright* acotaron parcialmente el procomún de la comunicación por primera vez en la historia. (En una cultura oral o anterior a la imprenta, la idea misma de que alguien «poseyera» sus propias palabras y cobrara algo por compartirlas habría sido inconcebible.)

El libro impreso también acotó la comunicación en otro nivel. En las culturas orales, la comunicación se realizaba en tiempo real. Los pensamientos fluían entre las personas de una manera abierta, pasando con frecuencia de un tema a otro. En cambio, un libro es una conversación unidireccional y casi siempre muy estructurada, en torno a una idea o una serie de

ideas que están fijas en unas páginas impresas «acotadas» por una cubierta y una contracubierta.

En principio, el lenguaje como experiencia se da entre dos o más personas, pero la letra impresa es una experiencia que se vive en solitario: la letra impresa «privatiza» la comunicación. Leemos un libro o un periódico aislados de los demás. El lector no puede hablar con el autor. Uno y otro se hallan en mundos separados, incapaces de entablar un diálogo cara a cara. El carácter solitario de la lectura refuerza la idea de la comunicación como un acto autónomo que se da en la mente individual y la cualidad social de la comunicación se pierde. Cuando leemos, nos retiramos a un espacio cerrado, externo al procomún. En el fondo, este acotamiento de la comunicación crea innumerables mundos individuales. Según la historiadora Elizabeth Eisenstein, una cultura lectora es más individualista y autónoma que una cultura oral:

> La idea de que la sociedad es un conjunto de unidades diferenciadas o de que el individuo está antes que el grupo social, parece más compatible con un público lector que con un público oyente.[16]

En cambio, Internet disuelve estos límites y hace de la autoría un proceso abierto y colaborativo que se desarrolla en el tiempo, en lugar de un proceso cerrado y autónomo atrapado en el tiempo por los derechos de autor. Lessig destaca el carácter de «pastiche» de la creación cultural en Internet. Para empezar, la generación de Internet, más que comunicarse con palabras, se comunica por medio de imágenes, sonidos y vídeo. El carácter distribuido del medio facilita cortar, pegar y combinar diversas clases de información. Puesto que el coste marginal de copiar cualquier cosa en Internet es casi nulo, los niños crecen con la idea de que intercambiar información difiere muy poco de intercambiar palabras en una conversación.

La interconectividad y la interactividad del medio piden a gritos colaboración y dan lugar a lo que Lessig llama «cultura de remezcla», en la que todo el mundo usa lo que aportan los demás en una variedad de soportes y añade sus propias variaciones a un tema para pasarlo a otros en un juego sin fin. «Estas "remezclas" son conversaciones», dice Lessig. Las generaciones anteriores no se cobraban al conversar y la generación de Internet no cree que sus conversaciones en la red sean diferentes.[17]

Esta nueva forma de comunicación «remezclada» ha llegado a ser casi tan barata como las comunicaciones orales, aunque ahora la conversación se da entre casi 3.000 millones de personas.[18] Garantizar que la conversación global y la cultura colaborativa que genera no se interrumpan supone encontrar los medios legales para mantener abierto el nuevo procomún. En 2001, Lessig y varios colegas suyos fundaron Creative Commons, una organización sin fines lucrativos. Siguiendo el ejemplo de Stallman y otros en el movimiento del *software* libre, la organización concede unas licencias *copyleft* totalmente gratuitas, llamadas licencias Creative Commons, a quienes participan en la creación de contenidos culturales. Esta licencia ofrece a los creadores distintas opciones para determinar el grado de libertad que desean dar a los demás. En lugar del «Todos los derechos reservados» que caracteriza al *copyright*, la licencia Creative Commons habla de «Algunos derechos reservados». Según Lessig:

> Estos grados de libertad podrían ser compartir la obra, remezclarla o las dos cosas. Las limitaciones podrían ser usar la obra únicamente para fines no comerciales, o solo si el usuario también comparte lo que haga con la obra (pasando a otros la libertad heredada) o las dos cosas. El

> autor puede combinar estas libertades y restricciones en un total de seis licencias que se agrupan en tres niveles.[19]

Lessig cita uno de sus ejemplos favoritos de aplicación de la licencia Creative Commons en la práctica:

> [Se trata de] *My Life*, una canción compuesta por Colin Mutchler. Colin subió a un sitio web gratuito la pista de la guitarra, permitiendo que otras personas la pudieran bajar bajo una licencia Creative Commons. Cora Beth, una violinista de 17 años, la bajó, le añadió una pista de violín, llamó a esta versión *My Life Changed*, y la volvió a subir al mismo sitio web para que la utilizara quien quisiera. He visto muchísimas remezclas de la canción. La clave es que estos autores han podido crear de una manera coherente con la ley de *copyright* sin necesidad de que hubiera un abogado de por medio.[20]

La licencia Creative Commons se ha extendido como la pólvora o, como se dice ahora, se ha hecho «viral». En 2008 ya había 130 millones de obras bajo la licencia Creative Commons, incluidas las de algunos nombres muy conocidos de la industria discográfica.[21] Solo en Flickr hay 200 millones de fotografías bajo esta licencia.[22] En 2012, solo un año después de que YouTube inaugurara una videoteca Creative Commons, ya contaba con cuatro millones de vídeos bajo esta licencia.[23] En 2009, Wikipedia puso todos sus contenidos bajo una licencia Creative Commons.[24]

Creative Commons también ha establecido un procomún para científicos. Muchos investigadores creen que la protección por *copyright*, y sobre todo las patentes, impiden compartir información en el momento oportuno, frenan la investigación, obstaculizan la colaboración entre científicos e inhiben la innovación. En el peor de los casos, proteger la propiedad intelectual ofrece a las grandes empresas —farmacéuticas, biológicas, agroalimentarias, etc.— un medio para dificultar la

creatividad y la competencia. Más y más científicos de universidades y laboratorios financiados por fundaciones de todo el mundo abandonan la idea de patentar información genética en favor de ofrecer sus estudios en sitios web que siguen la filosofía del código abierto, para compartirlos libremente con otros colegas en un procomún gestionado.

La facultad de medicina de la Universidad de Harvard ha aplicado una licencia Creative Commons a su Personal Genome Project,[25] un estudio a largo plazo cuyo objetivo es secuenciar y publicar el genoma y los historiales de 100.000 voluntarios con el fin de impulsar la investigación en el campo de la medicina personalizada.[26] Al hallarse bajo esta licencia, toda la información de los genomas pasará al dominio público y estará en Internet a disposición de todo científico que quiera usarla para sus estudios.[27]

A pesar del éxito de estas licencias, Lessig aprovecha cualquier oportunidad para distanciarse de lo que califica de «movimiento creciente por la abolición del *copyright*».[28] Cree que el *copyright* seguirá siendo viable en la era que se aproxima, pero que deberá dejar espacio a las licencias de código abierto en un mundo que en parte vivirá en el mercado y en parte en el procomún. Creo que tiene razón a corto plazo, pero no a la larga.

Las patentes y los derechos de autor proliferan en una economía organizada en torno a la escasez, pero son inútiles en una economía organizada en torno a la abundancia. ¿Qué importancia puede tener proteger la propiedad intelectual en un mundo de coste marginal cercano a cero en el que más y más bienes y servicios son prácticamente gratuitos?

El auge espectacular de las licencias de código abierto ya plantea un reto importante al *copyright* tradicional y a la

protección de patentes, porque las obras creativas pasan de tener un solo autor a ser el resultado de múltiples aportaciones a lo largo del tiempo. Además, una cantidad cada vez mayor de grandes datos está siendo compartida por millones de personas cuya información personal contribuye a la mezcla. Al igual que la información quiere ser gratuita, «los grandes datos quieren ser distribuidos». Lo que da valor a los grandes datos es la información procedente de millones de fuentes que se puede analizar y utilizar para hallar pautas, extraer inferencias y solucionar problemas. En una sociedad distributiva y colaborativa, los millones de personas cuyos datos contribuyen a la sabiduría colectiva exigen cada vez más que su conocimiento se comparta en un procomún abierto en beneficio de todos, en lugar de ser usurpado y acotado en forma de una propiedad intelectual que solo posean y controlen unos pocos.

La nueva narración del procomún

Las licencias de código abierto, diseñadas para impulsar la democratización de la cultura, están muy bien. Adjuntar estos instrumentos legales a un enfoque de la gestión basada en el procomún aún está mejor. La idea de que gran parte de la vida social de nuestra especie está más optimizada en el dominio público es de sentido «común»: después de todo, en ese dominio es donde se crea confianza y capital social. Pero ¿podemos basarnos en las licencias de código abierto, en la gestión en régimen de procomún y en una noción vaga del dominio público para construir una sociedad nueva? Hablamos de unos instrumentos legales y unas normas de gestión que por sí solos no conforman una cosmovisión. Falta una narración general, un relato nuevo sobre el futuro de la aventura humana que pueda dar sentido a la realidad que hoy se empieza a desplegar.

Los impulsores de las TIC, de Internet y del movimiento de la cultura libre se percataron de la ausencia de este elemento narrativo en medio del gran éxito de las licencias de código abierto y Creative Commons. Habían tomado mucho impulso, pero su activismo era más reactivo que visionario. Se veían apagando incendios en lugar de reivindicando nuevas tierras. Tener que maniobrar dentro de un paradigma caracterizado por unas relaciones de propiedad centralizadas y privadas en un mercado capitalista dificultaba la ruptura y la creación de algo nuevo.

Los teóricos de la cultura libre empezaron a plantearse la necesidad de hallar una narración que enmarcara su visión intuitiva pero aún muy embrionaria. James Boyle, profesor de derecho de la Universidad Duke y uno de los fundadores del Creative Commons, publicó en 2003 un artículo titulado «The Second Enclosure Movement and the Construction of the Public Domain», que inició el debate en busca de esta narración.

Aunque no conozco a Boyle personalmente, en su artículo citaba el trabajo realizado por la Foundation on Economic Trends y otros activistas medioambientales y genéticos para mantener abierto el procomún genético, y hacía referencia a nuestra exigencia de que todos los genomas, incluido el humano, sean «patrimonio común» de la evolución y no se puedan considerar propiedad privada.[29]

Boyle intuía que, si bien el campo de «la bioinformática difuminaba la frontera entre los modelos informáticos y la investigación biológica», la genómica de código abierto podría liberar la investigación biológica de los estrechos intereses empresariales y hacer que el cuidado de los recursos genéticos

de la Tierra fuera una responsabilidad «común» de la especie humana.[30]

Teniendo presente este ejemplo, Boyle se distanció de la lucha cotidiana entre los activistas de la cultura libre y los partidarios del mercado tradicional para reflexionar sobre la posibilidad de un futuro alternativo para la humanidad, un futuro totalmente diferente del que marca el rumbo que seguimos ahora. Sus reflexiones, más teóricas que declarativas, se resumen en esta observación:

> Como mínimo existe alguna posibilidad, incluso cierta esperanza, de que podamos tener un mundo donde la inventiva y la producción intelectual sean mucho más libres. Libres, como diría Richard Stallman, en el sentido de «libertad de expresión», no en el sentido de «barra libre». Pero también hay la esperanza de que, en gran medida, estén *tan* liberadas de un control centralizado *como* de un coste bajo o nulo. Cuando el coste marginal de la producción es cero, el coste marginal de la transmisión y el almacenamiento se acerca a cero, el proceso de creación es aditivo y gran parte del trabajo no se cobra, el mundo parece bastante diferente. Así puede ser un futuro *posible*, o al menos parte de un futuro posible, un futuro que no deberíamos descartar sin pensarlo bien.[31]

¿Cómo llegar a ese futuro? Estaba muy claro que recurrir al vago concepto legal de dominio público no serviría para justificar una manera nueva de vivir en sociedad. Boyle y otros se dieron cuenta de que necesitaban una teoría general que pudiera aglutinar estas nociones tan vagas y les diera un marco para hablar del mundo que querían construir.

Boyle se dio cuenta de que el movimiento ecologista, que había corrido paralelo al movimiento de la cultura libre durante dos decenios, había formulado con éxito una teoría general muy rigurosa que podría ser muy útil para su propio movimiento, y

que incluso podría unir a los dos movimientos en una narración más amplia.

El movimiento ecologista moderno siempre ha sido un fenómeno dual. La ciencia ecológica sigue centrándose en las pautas y las relaciones que conforman la compleja dinámica de los sistemas biológicos de la Tierra, mientras que los ecologistas aplican estos conocimientos para impulsar nuevas maneras de reorganizar la relación del ser humano con la naturaleza. Por ejemplo, los primeros ecologistas centraron gran parte de sus esfuerzos en proteger especies concretas en peligro de extinción. Pero a medida que fueron conociendo mejor las intrincadas relaciones entre los organismos y su entorno, fueron tomando conciencia de que para salvar a una especie debían centrarse en proteger su hábitat. Esto les hizo ver que las especies amenazadas solían estar en peligro a causa de la imposición arbitraria de límites políticos, comerciales y residenciales que separaban los ecosistemas y alteraban la compleja dinámica ecológica reduciendo la flora y la fauna naturales. En los años noventa, los ecologistas reunieron los datos pertinentes y empezaron a presionar para conseguir la creación de parques transfronterizos, un nuevo concepto de zona protegida que se está aplicando en todo el mundo con el objetivo de volver a conectar entre sí los ecosistemas naturales que hayan sido separados por fronteras y poder restablecer rutas migratorias y otras relaciones biológicas complejas.

El concepto de parque transfronterizo supone rechazar la narración hoy vigente que hace hincapié en el acotamiento, la privatización y la explotación comercial del entorno natural en favor de recuperar la biodiversidad y gestionarla en procomunes de ecosistemas regionales. La idea misma de que las fronteras naturales son más importantes que las de carácter político o comercial tiene el efecto de desvincular la narración

social de los intereses individuales, los beneficios comerciales y las consideraciones geopolíticas para centrarla en el bienestar general de la naturaleza.

Los parques transfronterizos marcan el inicio —más bien vacilante— de un cambio radical. Después de medio milenio caracterizado por el acotamiento creciente del procomún medioambiental de la Tierra, los parques transfronterizos reabren este procomún, aunque solo sea de manera limitada.

Lo que hace de la ecología una disciplina tan radical es que pone el acento en que la Tierra es un sistema de interrelaciones complejas que actúan de manera simbiótica y sinérgica para mantener el funcionamiento de la totalidad. Darwin se centró más en especies y organismos concretos y relegó el papel del medio a ser un telón de fondo formado por recursos, pero para la ecología el medio ambiente es la totalidad de las relaciones que lo conforman.

La ecología surgió del estudio de ecosistemas y hábitats locales. A principios del siglo XX, el científico ruso Vladimir Vernadsky amplió el concepto de ecología para incluir la organización ecológica del planeta como un todo. Vernadsky se apartó del pensamiento científico convencional de la época, según el cual los procesos geológicos de la Tierra habían evolucionado con independencia de sus procesos biológicos, proporcionando el medio para la evolución de la vida. En 1926 publicó un libro fundamental en el que proponía la teoría radical de que los procesos geológicos y los biológicos habían evolucionado en una relación simbiótica. Vernadsky proponía que la calidad y la cantidad de la materia viva inciden en los ciclos de los compuestos químicos inertes de la Tierra. A su vez, la materia viva se ve afectada por la calidad y la cantidad de los ciclos de estos compuestos químicos. Llamó a su

propuesta teoría de la «biosfera».[32] Sus ideas sobre la evolución de la Tierra cambiaron el marco de referencia para el estudio del funcionamiento del planeta:

> [La biosfera es] Un sistema que incluye el espacio donde se desarrolla toda la vida que hay en la Tierra. Está constituido por la vida y por su área de influencia, desde el subsuelo hasta la atmósfera.[33]

La biosfera abarca unos 65 kilómetros, desde el fondo oceánico habitado por las formas de vida más primitivas hasta la estratosfera. En este estrecho ámbito, los procesos biológicos y geológicos interactúan continuamente en una coreografía muy compleja que determina la senda evolutiva de la vida en el planeta.

La ciencia de la biosfera adquirió más importancia en los años setenta, cuando la opinión pública empezó a tener más conciencia de la contaminación mundial y la destrucción de los ecosistemas. La publicación de la «hipótesis Gaia» por parte del científico británico James Lovelock y la bióloga estadounidense Lynn Margulis dio lugar a una nueva oleada de interés en el seno de una comunidad científica cada vez más preocupada por el impacto de la contaminación industrial en la biosfera.

Según Lovelock y Margulis, la Tierra actúa como un organismo vivo autorregulado en el que los procesos geoquímicos y biológicos interactúan y se controlan entre sí para que la temperatura de la Tierra se pueda mantener en un equilibrio relativamente constante que haga posible el mantenimiento de la vida. Los autores citan como ejemplo la regulación del oxígeno y el metano. Los niveles de oxígeno de la Tierra deben mantenerse dentro de unos márgenes muy estrechos. Un exceso de oxígeno supondría el riesgo de un gran incendio mundial y su escasez acabaría con la mayoría de las formas de vida. Lovelock y Margulis teorizaron que cuando el

nivel de oxígeno es superior al aceptable, una especie de señal de alarma hace que unas bacterias microscópicas liberen más metano a la atmósfera para reducir el contenido de oxígeno hasta un nivel seguro.[34]

La hipótesis Gaia ha sido adoptada por científicos de una gran variedad de disciplinas que van desde la química geológica y la ciencia atmosférica hasta la biología. El estudio de la relación compleja y la retroalimentación simbiótica entre los procesos geoquímicos y biológicos que mantienen el clima de la Tierra en un estado de equilibrio idóneo para la vida ha dado lugar a una especie de consenso. Este nuevo enfoque holístico de la ecología considera que la adaptación y la evolución de cada especie forma parte de un proceso más amplio e integrador que define la adaptación y la evolución del planeta como un todo.

Si la Tierra actúa como un organismo autorregulado, la actividad humana que altera su equilibrio bioquímico puede dar lugar a una desestabilización catastrófica del sistema. Las cantidades inmensas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso vertidas a la atmósfera en las dos primeras revoluciones industriales han hecho precisamente esto. El aumento de las temperaturas debido a las emisiones de gases que provocan el calentamiento global ha alterado gravemente el ciclo hidrológico de la Tierra y ha provocado un rápido declive de los ecosistemas que marca el inicio de la sexta gran extinción de los últimos 450 millones de años con unas consecuencias nefastas para la civilización humana y para la futura salud del planeta.

La humanidad está empezando a ser consciente de que la biosfera es la comunidad superior e indivisible a la que todos pertenecemos, y que su buen estado es fundamental para

nuestro bienestar y nuestra supervivencia. Esta conciencia conlleva un nuevo sentido de responsabilidad: la de vivir en el plano personal y colectivo, en casa, en el trabajo y en la comunidad, de una manera que favorezca la buena salud de la biosfera de la que formamos parte.

James Boyle y sus colegas depositaron sus esperanzas intelectuales en usar la perspectiva medioambiental como una analogía de la que extraer lecciones para crear lo que ellos llaman ecologismo cultural: una teoría de sistemas sobre la indivisibilidad del dominio público que aglutine todos los intereses y todas las iniciativas en una teoría general. Pero aún no la han hallado, porque lo que veían como una analogía en realidad es un marco común que une a nuestra especie. La misma teoría general que rige la biosfera dicta el bienestar general de la sociedad.

En la era capitalista, el acotamiento, la privatización y la explotación comercial de los ecosistemas de la Tierra han mejorado de una manera espectacular el nivel de vida de una minoría muy importante de la humanidad, pero lo ha hecho a costa de la biosfera. Cuando Boyle, Lessig, Stallman, Benkler y otros lamentan las consecuencias de acotar los diversos procomunes en forma de propiedad privada que se intercambia en el mercado, el daño infligido va mucho más allá de la libertad de comunicar y de crear. El acotamiento de los procomunes de la tierra y del mar, del procomún del agua dulce y de la atmósfera, del espectro electromagnético, del conocimiento y de la genética, ha alterado la compleja dinámica interna de toda la biosfera, lo cual ha puesto en riesgo el bienestar de la humanidad y de todos los seres que viven en la Tierra. Si buscamos una teoría general que unifique los intereses de todos, parece que la opción más evidente es devolver la salud a la comunidad de la biosfera.

La verdadera importancia histórica del movimiento de la cultura libre y del movimiento ecologista es que los dos se oponen a las fuerzas del acotamiento. Cuando se reabren los diversos procomunes, la humanidad empieza a pensar y a actuar como parte de un todo. Nos damos cuenta de que el poder creativo supremo es el que nos vuelve a conectar y a integrar en sistemas de relaciones cada vez más amplias que se extienden hasta abarcar el conjunto entero de relaciones que conforman el procomún de la biosfera.

Si por fomentar la cultura entendemos la búsqueda de un significado, es probable que encontremos este significado en el examen de nuestra relación con el universo al que estamos ligados de una manera irrevocable: con nuestra biosfera común y con lo que existe más allá de ella. Si la «libertad de expresión» no es libertad en el sentido de «barra libre», ¿cuál es su propósito si no volver a imaginar la naturaleza de la aventura humana de una manera que celebra la vida en la Tierra? Lo contrario del acotamiento no es únicamente la apertura, sino la trascendencia.

Sin duda, la naturaleza distribuida, colaborativa y de escala lateral del Internet de las comunicaciones es al mismo tiempo el medio y el ámbito. A su vez, este ámbito es el procomún social, el lugar donde nuestra especie se reúne y crea el capital social necesario para formar un todo con la esperanza de expandir nuestro horizonte empático para que incluya las muchas otras comunidades con las que vivimos —y que a veces nos cuesta tanto reconocer— y que conforman el procomún de la biosfera.

El procomún social no es más que el hábitat de nuestra especie, una subregión de la biosfera, y las mismas leyes de la energía que determinan el bienestar de los ecosistemas naturales actúan también en el ámbito público. La eficiencia

termodinámica de un ecosistema clímax como el amazónico es óptima. El consumo de materia no sobrepasa en exceso la capacidad del ecosistema para absorber y reciclar los residuos y mantener su equilibrio. En un ecosistema clímax las relaciones simbióticas y sinérgicas minimizan la pérdida de energía y optimizan el uso de los recursos para atender plenamente las necesidades de cada especie. Del mismo modo, el estado de eficiencia óptima en la economía se alcanza cuando los costes marginales se acercan a cero. Ese es el punto donde la producción y la distribución de cada unidad adicional y el reciclaje de los residuos suponen un gasto mínimo de energía en forma de tiempo, trabajo y capital que optimiza la disponibilidad de los recursos.

Los instrumentos legales usados para «abrir» el procomún cultural y el ecológico son muy parecidos. Por ejemplo, las llamadas servidumbres de conservación se rigen por unas leyes muy similares a las licencias Creative Commons del ámbito cultural. Mi mujer y yo poseemos unas tierras cerca de las Montañas Azules de la Cordillera de Virginia que se han declarado refugio natural para osos, ciervos, zorros, pavos silvestres, mapaches y otras especies autóctonas bajo el régimen de servidumbre de conservación. De acuerdo con este régimen, mi mujer y yo debemos atenernos a unas normas que limitan el uso que podemos dar a esas tierras: no las podemos parcelar para venderlas ni podemos construir en ellas determinadas estructuras.

La servidumbre de conservación puede estipular que unas tierras se mantengan en su estado original como hábitat para especies autóctonas o por razones estéticas y paisajísticas. Al igual que las licencias Creative Commons, la finalidad de esta servidumbre es fomentar la idea del procomún desligando la

propiedad de unas tierras de la exclusividad de su uso y disfrute.

La servidumbre de conservación modifica los acotamientos transfiriendo al dominio público algunos de sus usos. Su base legal se parece tanto a la de las licencias de código abierto porque su objetivo es prácticamente el mismo: volver a abrir los diversos procomunes acotados de la Tierra —una de las principales herencias de la era capitalista— para que la biosfera pueda recuperarse y prosperar.

El hecho es que el procomún no termina en la plaza pública y se extiende cada vez más hasta los confines de la biosfera terrestre. Los seres humanos somos miembros de una familia evolutiva extensa formada por todas las especies que habitan el planeta. Las ciencias ecológicas nos dicen que el bienestar de toda la familia biológica depende del bienestar de cada uno de sus miembros. Las relaciones simbióticas, las sinergias y las retroalimentaciones dan lugar a una forma de colaboración masiva que llena de vitalidad esta familia tan extensa y mantiene el hogar común de la biosfera.

Voy a relatar una anécdota personal relacionada con la idea del procomún. Creo que cuando empecé a escribir sobre la evolución, la pérdida y la recuperación del procomún —hace casi veinticinco años—, me dejé llevar por una actitud rayana en la obsesión. Veía cotos por todas partes y, como buen activista social, no podía dejar de pensar en las posibilidades que ofrecía el procomún cuando había una oportunidad de impulsar lo que entonces llamábamos «democracia participativa», un concepto que ha acabado siendo sustituido por el de participación entre iguales. Mis reflexiones al respecto se convirtieron en el blanco de muchas bromas de mis amigos y colegas, por no hablar de mi mujer. Si decía que estaba escribiendo un nuevo libro o que mi consultora impulsaba una

iniciativa nueva, me tomaban el pelo repitiendo sin piedad: «¡No, el procomún otra vez, no... por favor!».

A mediados de la década de 1990 empecé a tener noticia de que otros también padecían esta rara enfermedad que no dejaba de extenderse. Las palabras *acotamiento* y *procomún* se oían por todas partes; se propagaban como una epidemia por la plaza pública y aún con más rapidez por el ciberespacio. El caldo de cultivo era la globalización, una metáfora con un nombre inadecuado porque encubría de un modo falaz la desregulación y privatización de bienes y servicios públicos bajo el manto de una nueva «interconexión» mundial.

La contradicción entre privatizar los recursos humanos y naturales del planeta poniéndolos en manos de un puñado de empresas, y llamar a esto *globalización*, no pasó inadvertida para una generación de expertos y activistas cuya idea de la globalización iba en la dirección contraria: conseguir que las multitudes marginadas y privadas de derechos pudieran participar mucho más de la generosidad de la Tierra.

Globalización y reapertura del procomún mundial

En 1999, miles de activistas que representaban a un gran número de intereses y organizaciones no gubernamentales, entre los que había sindicatos obreros, grupos feministas y ecologistas, activistas por los derechos de los animales, asociaciones agrarias, activistas por un comercio justo, académicos, y grupos religiosos, tomó las calles de Seattle en una manifestación multitudinaria contra la cumbre de la Organización Mundial del Comercio (OMC) que se celebraba en aquella ciudad, con el objetivo de reivindicar el procomún público. Los manifestantes llenaron las calles del centro de Seattle rodeando el Washington State Convention y el Trade Center, bloqueando los cruces e impidiendo que los delegados

de la OMC pudieran asistir a las reuniones previstas. A los manifestantes se les unió el Ayuntamiento de Seattle, que aprobó por unanimidad una resolución que declaraba la ciudad zona libre del acuerdo multilateral sobre inversiones. Hubo también muchos representantes de la prensa internacional que dieron su apoyo a los manifestantes. En los días anteriores a la cumbre, el periódico londinense *The Independent* publicó un editorial muy crítico en el que atacaba a la misma OMC:

> La forma en que [la OMC] hace uso de [su] poder está dando pábulo a la sospecha cada vez más extendida de que sus siglas [en inglés, WTO] significan World Take Over [dominio o control del mundo]. En una serie de resoluciones ha rechazado medidas para ayudar a los pobres del mundo y para proteger el medio ambiente y la sanidad, en beneficio de empresas privadas, por lo general estadounidenses.[35]

Las manifestaciones acabaron con más de 600 detenidos y marcaron un punto de inflexión en la precipitada carrera hacia la globalización. Ahora había una oposición pública que se podía identificar.[36]

Las manifestaciones destacaron en otro aspecto. Muchos de los activistas eran *hackers* que ayudaron a organizar la logística de las protestas. Aquella fue una de las primeras manifestaciones donde se usaron correos electrónicos, chats, retransmisiones en directo por Internet, sentadas virtuales y teléfonos móviles para coordinar toda la movilización. La sincronización de la logística de las protestas mediante las TIC e Internet fue un aviso de lo que pasaría doce años más tarde en las calles de El Cairo y en otros puntos calientes de Oriente Medio durante la llamada Primavera Árabe.

Los *hackers* tenían una buena razón para unirse a los ecologistas, los sindicalistas y los activistas del comercio justo. Un año antes, el Congreso de los Estados Unidos había

aprobado la Sonny Bono Copyright Term Extension Act, que fue refrendada por el presidente Bill Clinton.[37] Esta ley extendía la protección por *copyright* de una obra hasta setenta años después de la muerte del autor. Aquel mismo año, el Senado estadounidense y el presidente Clinton promulgaron la Digital Millennium Copyright Act (DMCA), que ponía en vigor dos tratados de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI).[38] Estos tratados, junto con la ley DMCA, hacían ilegal el empleo de tecnologías u otros medios para eludir los mecanismos usados para proteger los derechos de autor. Estos mecanismos reciben el nombre de «gestión de derechos digitales» (o DRM por sus siglas en inglés).

El movimiento de la cultura libre nació a raíz de estas dos leyes trascendentales cuya única finalidad era impedir la distribución libre de material sujeto a *copyright* por Internet. En 1999, Lessig denunció la Sonny Bono Act y el caso acabó en el Tribunal Supremo estadounidense.

Los manifestantes que se reunieron en Seattle tenían muy claro a qué se oponían: a la privatización del conocimiento humano y de los recursos de la Tierra. El estandarte del movimiento antiglobalización era el rechazo al paradigma en vigor. Con todo, el movimiento planteaba un interrogante en la opinión pública y entre sus propios miembros: ¿a favor de qué estaban?; ¿qué alternativa proponían a la globalización basada en la privatización? Fue entonces cuando la idea de abolir los acotamientos y reinstaurar el procomún en todas las facetas de la vida humana dejó de ser un murmullo en el ámbito académico y se convirtió en un clamor popular. Hubo llamamientos a la reapertura de distintos procomunes: el de la plaza pública, el de las tierras, el del conocimiento, el virtual, el de la energía, el del espectro electromagnético, el de la

comunicación, el de los mares y ríos, el de la atmósfera, el de la biosfera. Prácticamente todo procomún que hubiera sido acotado, privatizado y comercializado a lo largo de los doscientos años de reinado del capitalismo fue objeto de estudio y revisión. Se crearon ONG y se impulsaron iniciativas que abogaban por la reapertura de los múltiples procomunes que integran en la biosfera a toda la humanidad. La globalización se había topado con su antítesis en forma de un movimiento muy diverso comprometido con la abolición de estos grandes acotamientos y con el restablecimiento del procomún mundial.

Lord Harold Samuel, un magnate del sector inmobiliario británico, comentó en una ocasión que, «en una propiedad hay tres cosas muy importantes: la situación, la situación y la situación». Este tópico hoy tan trillado es especialmente adecuado para entender la oleada de manifestaciones públicas espontáneas que se han ido extendiendo por todo el mundo en los últimos catorce años, desde que los activistas tomaron aquellas calles de Seattle. Han estallado manifestaciones multitudinarias —pareciera que surgidas de la nada— que han hecho caer Gobiernos y han provocado agitaciones sociales en todos los continentes. Aunque las protestas obedecen a todo un abanico de problemas sociales, comparten un perfil común: se parecen más a enjambres que a protestas orquestadas, en su mayor parte carecen de líderes, son de carácter informal y reflejan una organización en red. En todos los casos, los participantes inundan la plaza más céntrica de las grandes ciudades del mundo para acampar en ella y enfrentarse al poder con el objetivo de crear una comunidad alternativa que celebre el procomún social.

Jay Walljasper, que además de escritor fue uno de los impulsores del movimiento mundial que reivindica el procomún

público, observaba que aunque los medios de comunicación dedicaron mucha atención al uso de Facebook, Twitter y otras redes sociales en el procomún virtual para organizar las protestas de Oriente Medio de 2011, «ha sido objeto de poca atención el importante papel desempeñado en estas revueltas por una forma de procomún mucho más antigua: los espacios públicos donde los ciudadanos se congregan para manifestar su descontento, hacer gala de su poder y, en definitiva, articular una visión nueva para su sociedad».[39] Walljasper destaca la importancia de que «el ejercicio de la democracia dependa de la existencia de un procomún físico donde las personas puedan reunirse en calidad de ciudadanos: una plaza, una avenida, un parque u otro espacio público que esté abierto a todos».[40]

Los activistas apoyan muchas iniciativas, pero se unen en torno a un simbolismo común —su resolución para recuperar la plaza pública— y, con ello, reabrir los muchos procomunes restantes que han sido expropiados, acotados, politizados y comercializados por el interés de una minoría privilegiada. Los jóvenes de la plaza Tahrir en la Primavera Árabe, los participantes en el movimiento Occupy Wall Street y los manifestantes del parque Gezi de Estambul o de las calles de São Paulo son la avanzadilla de un fenómeno cultural cuyo tema subyacente es oponerse a los acotamientos en todas sus formas y establecer una cultura transparente, no jerárquica y colaborativa. Son los nuevos «comuneros».

El difunto Jonathan Rowe, uno de los impulsores del nuevo procomún en red, explicaba así la idea de lo que significa el procomún:

> [...] la palabra *procomún* siempre provoca un momento de desconcierto. [...] Pero el procomún es más básico que el Gobierno o el mercado. Es el extenso ámbito formado por el patrimonio común de todos nosotros que

> solemos usar sin abonar aranceles ni peajes. La atmósfera y los mares, las lenguas y las culturas, el acervo de conocimiento y sabiduría, los sistemas informales de apoyo a la comunidad, la paz y la tranquilidad que ansiamos, los componentes genéticos de la vida: todos son aspectos del procomún.[41]

Me gusta especialmente una máxima sobre la naturaleza del procomún, de la que es autor el naturalista Mike Bergan, que apunta directamente al núcleo de la lucha actual entre capitalistas y colaboratistas:

> No confíes en nadie que quiera quedarse con algo que compartimos todos y que a todos nos beneficia, para entregárselo a alguien que se va a beneficiar de ello en exclusiva.[42]

Charlotte Hess, protegida de la difunta Elinor Ostrom y vicedirectora de la Bird Library de la Universidad de Siracusa, ha catalogado las muchas ramas que brotan del árbol del procomún y distingue los «procomunes nuevos» de los antiguos destacando sus similitudes y diferencias.

Los procomunes antiguos y los nuevos definen la gestión de la abundancia de la Tierra por parte del ser humano. Decir que algo es un procomún significa que se tiene en común y que se gestiona colectivamente. El término *procomún* describe una forma de gestión o gobierno. Hess nos recuerda que nada se puede convertir en un procomún sin los recursos tecnológicos para gestionarlo. Los cazadores-recolectores disfrutaban de la abundancia de la naturaleza pero no la gestionaban. El procomún empieza con la agricultura y el pastoreo. Los océanos no fueron un procomún hasta que aparecieron navíos para navegar por ellos.

La Edad Moderna trajo un aluvión de tecnologías nuevas que permitieron gestionar ámbitos de la biosfera terrestre que antes no estaban sujetos a supervisión. La imprenta, la

electricidad y, más adelante, el espectro electromagnético, la aviación, la nanotecnología o la genética han abierto ámbitos de gestión antes desconocidos o inexplorados. La gestión de estos ámbitos nuevos puede estar en manos del Estado, del mercado privado o del procomún.

Como se decía en el capítulo 3, las matrices de comunicación/energía de las dos primeras revoluciones industriales exigieron inversiones enormes de capital financiero y se basaron en empresas de integración vertical y en mecanismos de control centralizados para lograr economías de escala. Todo ello situó la economía en manos del capitalismo con la ayuda del Estado. La matriz de comunicación/energía de la Tercera Revolución Industrial —el Internet de las cosas— se basa más en el capital social que en el capital de mercado, es de escala lateral y se organiza de una manera distribuida y colaborativa, con lo cual la gestión en procomún con la participación del Estado se convierte en el mejor modelo de gestión.

Según Yochai Benkler, el *software* libre recibe una cantidad desmesurada de atención,

> [...] pero en realidad solo es un ejemplo de un fenómeno socioeconómico mucho más amplio. Opino que estamos asistiendo al nacimiento de un modo nuevo de producción en el entorno digital conectado en red. Llamo a este modo «producción entre iguales basada en el procomún» para distinguirlo de los modos de empresas y mercados basados en propiedades y contratos. Su característica esencial es que grupos de personas colaboran con éxito en proyectos a gran escala siguiendo una gran variedad de motivaciones y señales sociales, en lugar de seguir los precios de un mercado o las consignas de una dirección.[43]

A pesar de haber suscitado tantas expectativas, sería un error creer que la próxima etapa de la aventura humana se

regirá de una manera inevitable por un modelo de procomún. Mientras el colaboratismo va en auge, el capitalismo se divide. Salvo muy pocas y notables excepciones, los gigantes de la energía, las telecomunicaciones y el espectáculo se han atrincherado en la Segunda Revolución Industrial y se apoyan en el peso del paradigma y la narración política actuales. Sin embargo, con la ayuda de los Estados, los sectores de la electricidad y la construcción, las TIC y la electrónica, y el transporte e Internet están creando productos y servicios nuevos y cambiando en parte sus modelos comerciales para ganar cuota de mercado en el híbrido entre mercado y procomún que nace con la Tercera Revolución Industrial.

En mi empresa social, TIR Consulting Group, sentimos cada día la realidad de esta nueva gestión híbrida cuando elaboramos planes generales de adaptación a la Tercera Revolución Industrial para ciudades, regiones y países. Las iniciativas que llevamos a cabo para ayudar a las comunidades a construir infraestructuras IdC son acuerdos de colaboración donde mercados y procomunes actúan en parelelo, se alimentan mutuamente y colaboran en estructuras de gestión, casi siempre con la participación de un Estado que establece regulaciones, leyes e incentivos financieros. En su libro *Capitalism 3.0: A Guide to Reclaiming the Commons*, Peter Barnes imagina un futuro que refleja nuestro trabajo cotidiano sobre el terreno en países de todo el mundo:

> La diferencia básica entre las versiones 2.0 y 3.0 es que la segunda incluye un conjunto de instituciones a las que llamo «sector del procomún». En lugar de tener un solo motor —el sector privado dominado por la empresa—, nuestro sistema económico mejorado actúa con dos: uno para gestionar el beneficio privado y otro para conservar y aumentar la riqueza común.[44]

También puedo afirmar con toda certeza que, en el mundo real, la pugna por definir el futuro económico gira en torno a la clase de infraestructura que se va a desplegar para la era que se avecina. El mercado capitalista y el procomún colaborativo seguirán coexistiendo —a veces con sinergias y a veces compitiendo o hasta enfrentándose entre sí—, pero cuál de los dos modelos se acabará imponiendo y cuál quedará relegado a un nicho dependerá, en gran medida, de la infraestructura que construya la sociedad.

Capítulo 12

LA PUGNA POR DEFINIR Y CONTROLAR LA INFRAESTRUCTURA INTELIGENTE

Yochai Benkler es uno de los defensores del procomún más apasionados y elocuentes, pero también es muy consciente de que será difícil crear un procomún de la comunicación si se basa en una infraestructura privada. En las últimas páginas de su revelador libro *The Wealth of Networks*, Benkler afirma que para que las generaciones venideras puedan disfrutar de los inmensos beneficios de una economía de la información en red, será necesario crear una infraestructura común:

> Para que una economía de la información en red sea rica en producción social y pueda prosperar, hace falta crear una infraestructura básica común, un conjunto de recursos para producir e intercambiar información con libertad que todo el mundo pueda usar. Esto exige unos recursos físicos, lógicos y de contenido con los que crear información, codificarla antes de su envío y decodificarla tras su recepción.[1]

Nada que objetar. Pero en el análisis de Benkler falta un elemento fundamental. Brett M. Frischmann, cuyo libro *Infrastructure: The Social Value of Shared Resources* es tan revelador como el anterior y complementa el análisis y las directrices de Benkler, se da cuenta de esta omisión. Según Frischmann, «Benkler no examina a fondo en qué consiste esa infraestructura común básica ni cuáles son los retos de garantizar un acceso público sostenible a ella».[2] Luego añade:

> [Esta] infraestructura común básica se refiere a los recursos básicos que deberían estar a la disposición de todos sin discriminar a nadie [...]. La primera dificultad es identificar qué recursos son realmente básicos y explicar por qué ese subconjunto concreto de recursos de infraestructura se debería gestionar sin discriminación [...]; cuando este obstáculo se haya

> superado [...] ¿con qué medios institucionales habría que lograr la gestión del procomún?[3]

Frischmann observa que Benkler ha abogado por las redes inalámbricas abiertas y por algunas formas de provisión pública de una infraestructura de comunicaciones, pero se pregunta si esto es suficiente. Dicho sea en honor de Benkler —y de Eli Noam, David Bollier, Kevin Werbach y otros que han abogado por las redes inalámbricas abiertas—, la reciente propuesta de la FCC de crear un espectro sin licencia para una red Wi-Fi de alcance continental dice mucho de su incansable determinación y de sus convincentes argumentos a favor de un procomún abierto para las comunicaciones.

De haber aquí algún fallo, será el de no haber entendido bien el papel esencial de la energía en esta infraestructura básica. Como he dicho al principio del libro, las grandes revoluciones económicas de la historia son revoluciones de las infraestructuras, y lo que hace que esas grandes revoluciones de las infraestructuras sean transformativas es la convergencia de nuevos medios de comunicación y nuevos regímenes de energía. Cada revolución energética de la historia ha ido acompañada de una revolución similar en las comunicaciones. Las revoluciones energéticas cambian el alcance temporal y espacial de la sociedad y hacen posible que la vida se organice de maneras más complejas, lo que precisa medios de comunicación nuevos para gestionar y coordinar las nuevas oportunidades. Intentemos imaginar la complejidad de organizar la producción y la distribución de una revolución industrial urbana basada en la máquina de vapor, sin la existencia de la imprenta a vapor o del telégrafo; o de organizar la compleja administración de una cultura suburbana y consumista basada en el petróleo y el

automóvil, sin una electricidad centralizada y, sobre todo, sin teléfono, radio ni televisión.

O, por poner un ejemplo más actual, consideremos el caso siguiente. Según Benkler y otros, el nuevo Internet de las comunicaciones favorece una forma de gestión del procomún en red porque la naturaleza de los medios es distribuida y colaborativa y porque hace posible la producción entre iguales y el crecimiento horizontal de la actividad económica. Pongamos por caso que los Estados Unidos siguieran ligados a un régimen de energía de integración vertical, fuertemente centralizado y basado en los combustibles fósiles cuya operación exigiera una inyección cada vez mayor de capital financiero. Mientras las energías basadas en combustibles fósiles subyazcan a cada aspecto de la economía mundial, cualquier empresa comercial que se base en esos combustibles para obtener materiales, para generar energía y para su logística se verá obligada, necesariamente, a seguir usando un modelo de negocio de integración vertical y una gestión centralizada para conseguir su propia economía de escala y no desaparecer.

Los defensores de un procomún con una infraestructura en red, ¿pueden imaginar cómo podría prosperar una revolución de las comunicaciones distribuida, colaborativa y entre iguales con un régimen de energía basado en combustibles fósiles y muy capitalizado y centralizado? O, dicho de otro modo, un régimen de energía basado en combustibles fósiles y muy capitalizado y centralizado, ¿hasta qué punto admitiría una revolución de las comunicaciones basada en gestionar entre iguales y de una manera abierta la impresión 3D, las energías renovables, etc., con el fin de acercarse cada vez más a una sociedad de coste marginal casi nulo y con un peso menor del sistema capitalista?

Por otro lado, un medio de comunicación distribuido, colaborativo, entre iguales y de escala lateral es idóneo para gestionar unas energías renovables que también son de naturaleza distribuida, se organizan mejor en colaboración, favorecen la producción entre iguales y se extienden en horizontal por la sociedad. Juntos, el Internet de las comunicaciones y el de las energías renovables, forman la matriz inseparable de una infraestructura básica cuya lógica operativa responde mejor a una gestión en procomún. Como se explicaba en el capítulo 1, esta infraestructura básica inteligente surge de la combinación de tres internets: un Internet de las comunicaciones, un Internet de la energía y un Internet de la logística. Cuando se unen en un solo sistema interactivo —el Internet de las cosas— estas tres redes proporcionan un caudal de grandes datos sobre las actividades de la sociedad, que toda la humanidad puede examinar y compartir en colaboración en un procomún mundial abierto, para llegar a una «productividad extrema» y a una sociedad de coste marginal casi nulo.

La lucha por la gestión de los tres internets que forman el Internet de las cosas se está librando con agresividad entre Estados, empresas capitalistas y partidarios de la naciente economía social del procomún, y cada parte tiene sus propias ambiciones para definir la nueva era que está naciendo.

El procomún de las comunicaciones

Empecemos por el Internet de las comunicaciones como elemento de la nueva infraestructura del procomún. Internet es una infraestructura híbrida en la que intervienen tres grandes actores: Estado, sector privado y sociedad civil. Hasta ahora, Internet ha sido gestionada como un procomún mundial mediante la colaboración entre estos tres actores.

La administración tecnológica de Internet, que incluye el establecimiento de normas y protocolos de gestión, se ha cedido a organizaciones sin ánimo de lucro como la Internet Engineering Task Force, el World Wide Web Consortium y la Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN). Aunque la ICANN fue creada por el Gobierno estadounidense y nominalmente se halla bajo su jurisdicción, el Gobierno de los Estados Unidos renunció a su supervisión en 2009. Hoy, la ICANN está gobernada por una junta internacional formada por académicos, empresas y representantes de la sociedad civil.[4] En teoría, estas organizaciones están abiertas a quien quiera participar, pero, puesto que su carácter es muy técnico, las decisiones en materia de gestión suelen tomarlas por consenso personas con experiencia técnica.

Aun así, la gestión de Internet es más complicada y está menos definida de lo que se suele pensar. En el año 2003, los tres grandes grupos de intereses convocaron una cumbre mundial sobre la sociedad de la información en Ginebra para debatir la gestión de Internet, que estuvo seguida de otra cumbre en Túnez en junio de 2005. El secretario general de Naciones Unidas creó un grupo de trabajo sobre la gestión de Internet con el fin de «investigar y hacer propuestas de actuación, según corresponda, sobre la gestión de Internet».[5]

Aquel grupo de trabajo propuso un marco de gestión que más adelante fue adoptado por 174 países miembros. En él se afirma lo siguiente:

> La gestión de Internet consiste en el desarrollo y la aplicación de los principios, las normas, las reglas, los métodos de toma de decisiones y los programas comunes que determinan la evolución de Internet, por parte

> del Estado, el sector privado y la sociedad civil, cada parte en el papel que le corresponda.[6]

El carácter tripartito de este modelo es profundamente revelador. En el pasado, las partes llamadas a debatir sobre cuestiones de gestión mundial solo eran los Estados y el sector privado; en el mejor de los casos, la sociedad civil solo era invitada como observadora. Pero en el caso de Internet se entendió que excluir a la sociedad civil habría sido inaceptable porque muchos de los participantes y los actores que intervienen en la producción entre iguales en este nuevo medio pertenecen a este tercer sector.

Tras haberse acordado una gestión tripartita, se formó un organismo multipartito bajo el auspicio de Naciones Unidas, llamado Internet Governance Forum (IGF), con la misión de deliberar sobre políticas de gestión. El IGF se reúne regularmente para garantizar que todas las políticas relacionadas con Internet reflejen su carácter distribuido, colaborativo y de escala lateral. Se han creado agencias regionales y nacionales del IGF en todo el mundo que ofrecen un modelo en red —no jerárquico— para la autogestión colectiva de este nuevo medio que no deja de crecer.[7]

Con todo, Naciones Unidas —que, después de todo, es un organismo que representa a los Estados mundiales— «coló» un artículo en el documento formal acordado en la cumbre mundial de Túnez que otorgaba al secretario general de la ONU la potestad de iniciar un proceso de «cooperación mejorada»:

> [...] que permite a los Estados desempeñar en pie de igualdad sus funciones y responsabilidades en asuntos internacionales de política pública relacionados con Internet, pero no en asuntos cotidianos de carácter técnico y operativo que no afecten a asuntos de política pública de carácter internacional.[8]

Los Estados, preocupados por los numerosos aspectos de Internet que afectan a sus intereses soberanos, incluyendo gravar la actividad comercial en el ciberespacio, proteger la propiedad intelectual, garantizar la seguridad contra los ciberataques y reprimir la disidencia política, promulgan algunas leyes que amenazan una característica esencial del medio: su carácter abierto, universal y transparente. Como es lógico suponer, entre los países que propugnan un mayor control de los Estados sobre Internet están Rusia, Irán, China, Sudáfrica, Arabia Saudita, India y Brasil.

En el año 2011, Rusia, China, Uzbekistán y Tayikistán presentaron una propuesta ante la Asamblea General de Naciones Unidas en la que reclamaban un código de conducta internacional para la sociedad de la información. Aquella propuesta, que no preveía un enfoque multipartito, abogaba por reforzar el control de los Estados sobre Internet.[9] En su preámbulo, se afirmaba inequívocamente que «la potestad de establecer políticas públicas relacionadas con Internet es un derecho soberano de los Estados».[10]

El sector privado también empieza a desmarcarse de la alianza tripartita con el objetivo de aumentar sus ingresos y beneficios mediante una discriminación por precios, una maniobra que amenaza con eliminar una de las directrices de Internet, la llamada «neutralidad de la red», un principio que garantiza un procomún de las comunicaciones universal, abierto y no discriminatorio, donde todos los participantes disfruten del mismo nivel de acceso y de inclusión.

El concepto de neutralidad de la red hace referencia a que la estructura punto a punto de Internet favorece más a los usuarios que a los proveedores de servicios de Internet. Aunque los usuarios pagan por conectarse a la red y este precio puede

depender de la velocidad y la calidad de la conexión que ofrece el proveedor, los paquetes de datos que reciben y envían los usuarios cuando se han conectado son tratados por igual en toda la red.

Pero sucede que a los proveedores —las grandes empresas de telecomunicaciones— les gustaría cambiar las reglas del juego y controlar la información que circula por la red para su propio beneficio comercial. Este control les permitiría cobrar más por acceder a determinadas clases de información o por priorizar las transmisiones más urgentes colocando los paquetes delante de la cola, y también cobrar en función de las aplicaciones o bloquear unas aplicaciones en favor de otras en un sistema de precios basado en la discriminación.

Los defensores de la neutralidad de la red sostienen que Internet debería seguir siendo «tonta» y dejar que millones de usuarios puedan colaborar e innovar creando sus propias aplicaciones. Es esta clase de «inteligencia distribuida» lo que hace de Internet un medio de comunicación tan especial. Si los proveedores de servicios consiguieran hacerse con un control centralizado del acceso a los contenidos de la red, restarían poder a los usuarios finales y acabarían con la creatividad que surge de la colaboración distribuida y la inteligencia de escala lateral.

Como es lógico, los proveedores opinan lo contrario. En los Estados Unidos, AT&T, Verizon y las empresas de televisión por cable aseguran que sufren una limitación injusta en su búsqueda de nuevas maneras de obtener beneficios. Ed Whitacre, expresidente de AT&T, desahogó su frustración en una entrevista para *Business Week*:

> [M]ire, lo que les gustaría es usar mis líneas sin pagar, pero no dejaré que lo hagan porque hemos invertido mucho capital y tenemos que sacarle un

rendimiento.[11]

El hecho es que AT&T ya cobra por la transmisión de paquetes de datos a los proveedores que utilizan sus líneas y a sus propios clientes. Con todo, tanto AT&T como otras operadoras querrían usar sistemas discriminatorios para ganar más dinero.

Deutsche Telekom, el gigante alemán de las telecomunicaciones que controla el 60 % de las conexiones a Internet del país, provocó un gran revuelo en mayo de 2013 cuando anunció que impondría límites de descarga a todos los clientes de su servicio de acceso a la red y justificó esta decisión en el aumento del tráfico de datos, que se calcula llegará a cuadruplicarse en 2016. Aún fue más polémico el anuncio de que cobraría por ampliar la capacidad de bajada. Por si fuera poco, también anunció que aceptaría el tráfico generado por su propio servicio de televisión por Internet, pero no el generado por competidores como Google, YouTube o Apple.[12]

El claro intento de Deutsche Telekom de acabar con la neutralidad de la red obtuvo una respuesta inmediata de las autoridades reguladoras alemanas. El Bundesnetzagentur —el organismo regulador de las telecomunicaciones del país— dijo que estaba examinando las propuestas de Deutsche Telekom para ver si conculcaban los protocolos de neutralidad de la red, que prohíben a los proveedores discriminar a grupos de clientes cobrándoles tarifas diferentes.[13]

En el fondo, la pugna en torno a la neutralidad de la red es una lucha entre paradigmas. Los gigantes del sector de las telecomunicaciones desean hacerse con el nuevo medio de comunicación e imponer en él un control centralizado que les permita acotar los contenidos y el tráfico, aumentar sus

márgenes y asegurarse una posición de monopolio por el hecho de ser los propietarios de las líneas. Por su parte, los usuarios están igualmente decididos a garantizar que Internet siga siendo un procomún abierto y a encontrar nuevas aplicaciones que fomenten la colaboración en red con unos costes marginales casi nulos y unos servicios prácticamente gratuitos.

Las administraciones parecen estar atrapadas en medio intentando atender a las dos partes: la basada en el modelo capitalista y la basada en el modelo del procomún. Aunque la FCC había defendido explícitamente la neutralidad de la red, en 2010 publicó una disposición donde se establecían tres directrices básicas para garantizar un Internet abierto y gratuito que parecían contradecir su anterior compromiso con este objetivo. Las dos primeras reglas exigían transparencia en la gestión y prohibían bloquear aplicaciones y servicios, pero la tercera parecía dar a los proveedores de Internet la esperanza de poder recuperar la iniciativa y acotar al menos parte de la red. La regla estipulaba que «los proveedores de banda ancha fija no pueden discriminar injustificadamente la transmisión de tráfico lícito por la red».[14]

La tercera regla provocó cierta sorpresa. Algunos entienden que de este modo se «entra en razón»; otros, en cambio, la ven como una «capitulación». El irónico comentario de Brett Frischmann de que «queda por ver qué está (in)justificado» parece expresar lo que opina todo el mundo sobre las verdaderas intenciones de la FCC.[15]

Los intentos de acotar Internet no solo proceden del exterior, de las «malvadas» empresas de telecomunicaciones y de televisión por cable. También vienen de dentro. Algunas de las redes sociales más conocidas tratan de hallar maneras nuevas de acotar, comercializar y monopolizar el nuevo medio

de comunicación. Y, en principio, su poder es mucho mayor que el de las empresas que administran las líneas.

Tim Berners-Lee, inventor de la World Wide Web, publicó en noviembre de 2010 un artículo muy crítico en *Scientific American* con ocasión del vigésimo aniversario del nacimiento de la web en el que expresaba su preocupación por lo que estaba sucediendo con Internet.

La invención de Berners-Lee tenía un diseño muy sencillo, pero su impacto fue enorme. La web permite que cualquier persona, en cualquier lugar y en cualquier momento, comparta información con cualquier otra persona sin tener que pedir permiso ni pagar derechos de autor. La web está diseñada como un medio abierto, distribuido y de acceso universal.

Por desgracia, algunos de los principales servicios de Internet, como Google, Facebook y Twitter, se benefician económicamente de las mismas reglas de participación que los han conducido al éxito y venden las montañas de grandes datos que pasan por sus manos a empresas que los utilizan para llevar a cabo campañas de publicidad y de marketing, hacer estudios e investigaciones, desarrollar nuevos productos y servicios y muchas iniciativas comerciales más. En el fondo, explotan el procomún con fines comerciales. En su artículo, Berners-Lee nos alertaba de que «las grandes redes sociales están separando del resto de la web los datos que envían sus usuarios» para crear espacios comerciales acotados.[16]

Aunque Internet es un procomún, los servicios que ofrece o bien los prestan organizaciones sin ánimo de lucro que se basan en el modelo del procomún, o bien los ofrecen empresas con intereses comerciales. Wikipedia y Linux pertenecen a la primera categoría y Google y Facebook a la segunda.

Aunque los usuarios de estos servicios son conscientes de que empresas como Amazon son puramente comerciales, es menos probable que piensen lo mismo de empresas como Google o Facebook, que les ofrecen la posibilidad de utilizar una serie de servicios gratuitos como servirse del principal motor de búsqueda o participar en el mayor álbum familiar del planeta. Los anuncios en los márgenes de la pantalla son un pequeño precio que hay que pagar a cambio de estos servicios. Pero, entre bastidores, Google, Facebook, Twitter y muchas otras redes sociales se apropian de los datos que llegan a su sistema, bien para ofrecer servicios de valor añadido en sus sitios, bien para vender esos datos a terceros.

Según Berners-Lee, la clave para saber cómo se hacen estas empresas con nuestros datos para su uso exclusivo es entender lo que sucede con nuestra URL o dirección web cuando entramos en una red social. Las URL permiten a los usuarios seguir cualquier enlace o hipervínculo en la web y entrar a formar parte del flujo de información en el espacio interconectado del procomún de la red. Sin embargo, cuando un usuario se conecta a una red social que tiene intereses comerciales, sus datos personales se recogen, se almacenan, se acotan y se mercantilizan sin que el usuario lo sepa (al menos hasta hace poco).[17]

Berners-Lee describe cómo se acotan estos datos de los usuarios:

> Facebook, LinkedIn, Friendster y otros suelen crear valor quedándose con la información que introducimos: nuestra fecha de nacimiento, nuestra dirección de correo electrónico, nuestros gustos, y enlaces que dicen quién es amigo de quién y quién aparece en qué fotografías. Estos sitios reúnen esta información en grandes bases de datos y la reutilizan para ofrecer servicios de valor añadido, aunque solo dentro de sus sitios.

> Cuando introducimos nuestros datos en uno de estos servicios, no es fácil que los podamos usar en otros. Cada sitio es una especie de silo aislado de los demás. Sí, las páginas de nuestros sitios están en la web, pero nuestros datos no. Podemos acceder a una página web en la que hemos creado una lista de personas, pero no podemos enviar esa lista, o datos de la misma, a otros sitios. Este aislamiento se da porque cada fragmento de información carece de URL. Las conexiones entre los datos solo existen dentro de un sitio. Así pues, cuantos más datos introducimos, más atrapados estamos. Las redes sociales pasan a ser una plataforma central, un silo de contenidos cerrado que no nos permite un control pleno de la información que contiene sobre nosotros.[18]

¿Nos habría de preocupar que estas redes compartan todo lo que saben de nosotros con terceros que tengan intereses comerciales? Está claro que nadie quiere que le den la lata con anuncios personalizados, pero es mucho más siniestra la posibilidad de que las compañías privadas de seguros médicos puedan saber si hemos buscado en Google información sobre ciertas enfermedades, o que posibles empleadores husmeen en nuestra historia social siguiendo el rastro de información que hemos ido dejando en la web en busca de rarezas, manías o incluso posibles tendencias antisociales.

Está claro que no todas las redes sociales tienen una vocación comercial. Muchas, como Wikipedia, no tienen fines lucrativos y son fieles a una forma de gestión en procomún, pero las redes sociales gestionadas por empresas comerciales siguen el modelo mercantil descrito por BernersLee: «Cuanto más se extienda esta clase de arquitectura, mayor será la fragmentación de la red y menos disfrutaremos de un espacio de información único y universal».[19]

Berners-Lee nos insinúa la presencia de una fuerza más oscura. ¿Es posible que las mismas cualidades que definen el

funcionamiento de Internet —su arquitectura distribuida, colaborativa, entre iguales y de escala lateral— permitan la recogida de datos personales de gran valor para venderlos luego a empresas dedicadas a la publicidad personalizada? Peor aún, ¿esta estrategia de explotación comercial permite crear unos monopolios empresariales en el ciberespacio tan centralizadores y privados como los de las empresas de la Segunda Revolución Industrial a las que esta estrategia está desplazando de sus posiciones de poder?

En 2012, Google recibió cada día «3.000 millones de peticiones de usuarios de 180 o más países».[20] En 2010, la cuota de Google en el mercado de los motores de búsqueda era del 65,8 % en los Estados Unidos, del 97,09 % en Alemania, del 92,77 % en el Reino Unido, del 95,59 % en Francia y del 95,55 % en Australia.[21] En 2012, los ingresos de Google superaron los 50.000 millones de dólares.[22]

Facebook se ha hecho con el 72,4 % del mercado mundial de las redes sociales y en marzo de 2013 contaba con 1.100 millones de usuarios activos, es decir, con casi uno de cada siete habitantes del planeta.[23] En relación con los minutos que los usuarios dedican cada mes a las redes sociales más populares, Facebook deja atrás a todas las demás. Sus visitantes se pasan en su web una media de 405 minutos al mes, casi el doble que el total de minutos para las seis redes siguientes en cuanto a popularidad: Tumblr (89), Pinterest (89), Twitter (21), LinkedIn (21), Myspace (8) y Google+ (3).[24] En 2012, los ingresos de Facebook ascendieron a 5.000 millones de dólares.[25]

En 2012, Twitter contaba con 500 millones de usuarios registrados y con 200 millones de «tuiteadores» activos.[26] Los

300 millones restantes prefieren leer «tuits» ajenos. Se calcula que ingresará más de 1.000 millones de dólares en 2014.[27]

Sitios abiertamente comerciales como Amazon y eBay, que presentan características de procomún colaborativo, se están convirtiendo con rapidez en monopolios en el mundo virtual. Según un estudio de Forrester Research, uno de cada tres usuarios que busca algún producto en Internet empieza la búsqueda en <Amazon.com>, mientras que «un 13 % empiezan por un motor de búsqueda tradicional».[28] Amazon cuenta con «más de 152 millones de cuentas activas de clientes» y «más de dos millones de cuentas activas de proveedores», además de una red logística mundial que sirve a 178 países.[29] En 2008, eBay se había hecho con el 99 % del mercado de las subastas por Internet en los Estados Unidos, con unos porcentajes similares en la mayoría de los países industrializados.[30] En 2012, los ingresos de eBay ascendieron a 14.100 millones de dólares.[31]

La presencia de las nuevas redes sociales es tanta, que los usuarios rara vez son conscientes de la medida en que se hace referencia a ellas. Veamos un ejemplo: una resolución reciente del Gobierno francés prohíbe a los presentadores y locutores de radio y televisión que mencionen Facebook o Twitter en sus programas a menos que las noticias hagan referencia directa a esas empresas. Esta decisión inspiró unos cuantos tuits de expertos en medios de comunicación y un buen toque —era de esperar— a los burócratas franceses por entrometerse. Aun así, el planteamiento del Gobierno no dejaba de ser válido porque sostenía que hablar sin cesar de Facebook, Twitter y otras redes sociales en los programas era una forma de publicidad gratuita que favorecía a los líderes del mercado a costa de ignorar a otras empresas del mismo sector.[32]

Tim Wu, que es profesor de derecho de la Universidad de Columbia y asesor de la Federal Trade Commission de los Estados Unidos, plantea una interesante pregunta sobre los nuevos gigantes empresariales que colonizan grandes franjas del espacio virtual: «¿Cuánto nos costaría pasar una semana sin Google? O, ya puestos, sin Facebook, sin Amazon, sin Skype, sin Twitter, sin Apple o sin eBay?».[33] Wu habla de una realidad nueva e inquietante: que el nuevo medio de comunicación que ha atraído a los jóvenes de esta generación gracias a sus promesas de apertura, transparencia y profunda colaboración social, oculta otra vertiente más interesada en obtener beneficios fomentando un procomún en red:

> La mayoría de los principales sectores [de Internet] de hoy están controlados por una empresa dominante o por un oligopolio. Google «posee» el de la búsqueda; Facebook, el de la red social; eBay, el de las subastas; Apple, el de envío de contenidos; Amazon, el de la venta al por menor; etcétera.

Wu se pregunta por qué Internet se parece «cada vez más a un tablero del Monopoly».[34]

Si aún quedara alguna duda sobre las intenciones de estas nuevas empresas, una búsqueda de sus recientes compras de patentes debería despejarlas por completo. En solo dos años —2011 y 2012— las adquisiciones de patentes nuevas dejarían sin habla hasta a los defensores más acérrimos de la propiedad intelectual. En 2011, Apple, Microsoft y otras empresas adquirieron por subasta 6.000 patentes de Nortel Networks por valor de 4.500 millones de dólares; Google compró Motorola —y sus 17.000 patentes— por 12.500 millones; Microsoft compró 925 patentes de AOL por 1.100 millones; y Facebook compró 650 patentes a Microsoft por 550 millones.[35]

Más y más analistas del sector de las comunicaciones, juristas antimonopolio y defensores del movimiento de la cultura libre se preguntan si estos nuevos pesos pesados del espacio virtual en realidad son «monopolios naturales» como AT&T y las empresas eléctricas del siglo XX y, por ello, verdaderas candidatas a medidas antimonopolísticas o a la regulación. Aducen que si no se emprende con rigor una de estas vías, o las dos, la gran promesa de Internet como procomún mundial compartido en red se perderá de una manera irremisible y, con ella, las esperanzas y las aspiraciones de una generación que ha dado tanto valor a la colaboración entre iguales.

Para los defensores del procomún, cuando un motor de búsqueda como Google se convierte en un «servicio esencial» porque ofrece una función universal que todos necesitamos y su rendimiento hace palidecer al de otros competidores, en el fondo se convierte en la única alternativa. En estas circunstancias, Google se parece cada vez más a un monopolio natural. Ya hay voces que reivindican una «neutralidad de las búsquedas» y exigen regulaciones similares a las que garantizan la neutralidad de la red. Nos alertan de la posibilidad de que un motor de búsqueda del sector privado que tenga una posición dominante pueda caer en la tentación de manipular los resultados de las búsquedas por razones comerciales o políticas.

A otros les preocupa que redes sociales como Twitter caigan en la tentación de manipular sus *rankings*, una de las características con más popularidad entre sus miembros. Por ejemplo, Twitter ofrece un servicio llamado Twitter Trends que identifica los temas y cuestiones que despiertan más interés en cada momento, los llamados *trending topics*. Hay quien se pregunta si los algoritmos que se utilizan para clasificar estas tendencias pueden estar programados para que reflejen, de una

manera consciente o inconsciente, las inclinaciones de sus responsables. Los defensores de Julian Assange sospechan que Twitter manipuló deliberadamente los *rankings* durante el escándalo de WikiLeaks.[36] Muchos observadores de la industria se empiezan a preguntar si también habría que garantizar una «neutralidad algorítmica».

Según Tarleton Gillespie, profesor de comunicaciones de la Universidad Cornell, no cabe descartar la manipulación de los algoritmos, sobre todo si han sido desarrollados por actores comerciales que puedan tener razones económicas o ideológicas para manipular los datos:

> [O]pino que el debate sobre instrumentos como las tendencias de Twitter será cada vez más frecuente. El discurso público en la red se basa cada vez más en un conjunto limitado de plataformas y redes privadas, y los proveedores recurren a algoritmos cada vez más complejos para gestionar, seleccionar y organizar esa ingente cantidad de datos [...]. Quizá algún día veamos que estos algoritmos no son neutrales, que codifican opciones políticas y enmarcan la información de una forma concreta.[37]

Dice Gillespie que a medida que el público se base más en algoritmos que clasifiquen, ordenen y prioricen toda la información, habrá que hallar algún modo de crear protocolos y controles que ofrezcan transparencia y objetividad, sobre todo si los datos y los algoritmos se encuentran en manos de intereses comerciales.[38] Esperar que la buena voluntad de las empresas baste para mantener la integridad de este proceso, en el mejor de los casos, es una ingenuidad y, en el peor, una insensatez.

El dilema es que si empresas como Google, Facebook y Twitter siguen creciendo, el mayor número de usuarios de sus redes beneficiará a todo el mundo que use Internet. Sin embargo, dado que esas redes sociales son empresas

comerciales, su objetivo es maximizar los beneficios vendiendo información sobre los usuarios a terceros, mientras que el objetivo de los usuarios es optimizar sus conexiones sociales. En otras palabras, el principal problema es que estas empresas operan un procomún social como si fuera una operación comercial. Zeynep Tufekci, profesor de sociología de la Universidad de Carolina del Norte, llama a esta práctica «comercialización del procomún social».[39]

No a todo el mundo le preocupa que unas cuantas empresas monopolicen Internet. Para algunos especialistas en derecho, las empresas que operan en estas redes sociales no se pueden comparar a las compañías eléctricas y de telecomunicaciones con enormes inversiones en infraestructuras que garantizan su monopolio natural. Señalan que a cualquier empresa nueva que deseara entrar en este espacio le sería muy difícil —si no imposible— competir con una empresa que contara con una infraestructura y una cartera de clientes consolidadas. En cambio, una empresa que se introdujera en el mundo de las redes sociales tendría que hacer frente a una inversión inicial mucho menor. Escribir programas y crear aplicaciones nuevas cuesta una mínima parte de lo que cuesta montar una infraestructura física, y esta empresa nueva podría acabar predominando o adquiriendo ventaja competitiva con rapidez. Como prueba de ello citan los casos de líderes del mercado de las redes sociales como Myspace y Friendster, con un predominio que parecía incuestionable hace unos años y que prácticamente han desaparecido del mapa por la aparición de empresas nuevas como Facebook o Twitter.

Los defensores del mercado libre también señalan que el acto mismo de calificar a empresas como Google, Facebook y Twitter de «servicios públicos sociales» y de regularlas como

monopolios naturales las convertiría, precisamente, en monopolios, y las protegería a perpetuidad de cualquier posible competencia. Eso es exactamente lo que sucedió con AT&T después de la Primera Guerra Mundial. Como se decía en el capítulo 3, el Gobierno federal estadounidense concedió a este gigante de la telefonía la condición de monopolio natural regulado por la ley federal, garantizándole un control virtualmente incontestable del mercado de las telecomunicaciones durante la mayor parte del siglo XX.

Por último, los contrarios a regular a los gigantes de las redes sociales como si fueran servicios públicos aducen, no sin algo de razón, que los servicios públicos regulados tienden a evitar riesgos y a rehuir innovaciones sin el acicate de la competencia. Con unos precios fijos y una rentabilidad garantizada, ¿qué podría motivar a estas empresas a introducir tecnologías nuevas y nuevos modelos de negocio?

Estos contraargumentos tienen cierto peso. Pero también sucede que gigantes como Google, Facebook, Twitter, eBay y Amazon han invertido miles de millones de dólares en hacerse con mercados mundiales cuyas bases de usuarios son muchísimo mayores que la de cualquier empresa del pasado con la que las comparemos. ¿Qué pasaría si el conocimiento colectivo de gran parte de la historia humana estuviera controlado por el motor de búsqueda de Google? ¿O si Facebook fuera el único supervisor de una plaza pública virtual que conectara la vida social de mil millones de personas? ¿O si Twitter fuera el único medio para propagar rumores? ¿O si eBay fuera el único centro de subastas mundial? ¿O si Amazon acabara siendo el mercado virtual para casi todas las compras por Internet que se hicieran en el mundo? No existe nada comparable a estos monopolios en la historia del comercio tradicional no virtual.

El hecho es que estas empresas entraron en Internet casi desde abajo y pudieron desarrollar una buena idea que acabó destronando a los líderes del mercado con muy poca inversión de capital. Sin embargo, hacer lo mismo hoy en día es mucho más difícil. Google, Facebook, Twitter, eBay, Amazon, etc. están invirtiendo miles de millones de dólares en ampliar su base de usuarios y, al mismo tiempo, crean acotamientos impenetrables protegidos por múltiples niveles de propiedad intelectual con el objetivo de beneficiarse del procomún social mundial que han ayudado a crear.

Es muy poco probable que las empresas que han acaparado ámbitos sociales tan extensos se libren de alguna clase de regulación, bien porque se las considere monopolios, bien porque se las trate como servicios públicos mundiales que deben someterse a supervisión. Con todo, la naturaleza y la extensión de estas medidas aún están en el aire.

Lo que no admite duda es la necesidad de abordar el alarmante acotamiento comercial de un medio de comunicación cuya misma existencia se basa en la premisa de proporcionar un procomún universal donde todos los seres humanos puedan colaborar para crear valor en cada sector de la vida social con un coste marginal próximo a cero.

El procomún de la energía

Garantizar que Internet siga siendo un procomún mundial abierto para optimizar los inmensos beneficios sociales y económicos de su arquitectura de escala lateral, es un reto formidable. Adaptar los nuevos medios de comunicación a la gestión de energías renovables de escala lateral y garantizar que el Internet de la energía también siga siendo un procomún mundial abierto, no es un reto menor que el anterior. La creación de un procomún para el Internet de la energía que

abarque regiones, países y continentes ya está topando con intereses comerciales tan consolidados y con tanto poder como los que afronta el Internet de las comunicaciones frente a las empresas de telecomunicaciones y de televisión por cable.

En algunos casos, las grandes empresas mundiales del sector energético bloquean la creación del Internet de la energía. En otros casos, intentan imponer una arquitectura centralizada a la red eléctrica inteligente con vistas al acotamiento comercial de las nuevas energías.

La Unión Europea, la mayor economía del mundo, ha tomado medidas para que el Internet de la energía siga teniendo una arquitectura abierta exigiendo que las empresas energéticas convencionales desvinculen la generación de electricidad de su distribución. El origen de esta regulación se halla en las protestas de millones de pequeños productores de energía porque las grandes compañías eléctricas obstaculizaban la conexión de sus microcentrales locales a la red principal de distribución. También se acusaba a las empresas de prácticas discriminatorias que favorecían la conexión de electricidad verde generada por sus empresas filiales, y de torpedear con mecanismos burocráticos la conexión de electricidad verde generada por otros hasta el punto de que, en algunos casos, se negaban a aceptarla.

Las eléctricas también maniobran entre bastidores en otro frente con el objetivo de diseñar una red inteligente centralizada, privada y cerrada donde todos los datos fluyan en una sola dirección: de los prosumidores a sus centros operativos. El objetivo es ocultar a los millones de nuevos prosumidores información vital sobre las variaciones en cada momento del precio de la electricidad para impedirles saber cuál es el mejor momento del día para verter su electricidad en la red de distribución y aprovechar las tarifas máximas.

Estos intentos de las eléctricas parecen ir perdiendo fuelle a medida que países de todo el mundo introducen tarifas de vertido de energía verde a la red eléctrica para animar a millones de usuarios finales a producir su propia electricidad y compartirla en un Internet de la energía. Un número cada vez mayor de compañías eléctricas asume la nueva realidad de los prosumidores de energía y cambian su modelo de negocio para adaptarse a ella. En el futuro, sus ingresos se basarán en gestionar el consumo de energía por parte de sus clientes, reducir sus necesidades energéticas, aumentar su eficiencia y su productividad, y compartir un porcentaje del aumento de la productividad y del ahorro. Las eléctricas se beneficiarán más de gestionar un consumo de energía más eficiente y de vender menos electricidad.

En esta etapa inicial del Internet de la energía se plantean dudas en torno a la mejor manera de gestionar la generación distribuida de electricidad. Está empezando a tomar forma un nuevo modelo de procomún que, curiosamente, es consecuencia de un modelo de procomún más antiguo para gestionar la electricidad que nació en la década de 1930 para electrificar las áreas rurales de los Estados Unidos.

El mayor éxito del *New Deal*

Este relato empieza de nuevo en 1937, cuando Harold Hotelling propuso en su discurso que la red de distribución eléctrica estadounidense fuera financiada por el Estado. Para Hotelling, si la red de distribución eléctrica era un bien público que necesitaba todo el mundo, la mejor manera de optimizar el bienestar general era sufragarla con fondos del Estado en lugar de dejarla en manos del sector privado. Puesto que los consumidores no pagarían una «renta» a las eléctricas, el precio

de la electricidad no superaría un coste marginal que se acercaría a cero una vez construida la red de distribución.

Lo que no dije en el capítulo 8 es que Hotelling puso como ejemplo un proyecto nuevo del Gobierno de la época para ilustrar las ventajas de su idea. Aquel proyecto era la llamada Tennessee Valley Authority (TVA), la mayor operación de obra pública concebida hasta la fecha. El 18 de mayo de 1933, el presidente Franklin Delano Roosevelt sancionó la ley que puso en marcha la construcción de doce embalses y una central termoeléctrica entre 1933 y 1944 en el valle del río Tennessee, que pasa por siete de los estados más pobres de los Estados Unidos: Tennessee, Kentucky, Virginia, Carolina del Norte, Georgia, Alabama y Misisipi. La envergadura de aquella obra —que dio empleo a más de 28.000 trabajadores— era gigantesca y equivalía a erigir veinte edificios como el Empire State de Nueva York.[40]

La idea era que el Gobierno federal utilizara las presas para generar electricidad a bajo coste con el objetivo de estimular el crecimiento económico a largo plazo de muchas de las comunidades más pobres del país. Según Hotelling, la generación de energía hidroeléctrica barata por parte de la TVA «elevaría el nivel de la existencia económica, así como el de la cultura y la inteligencia, de esa región, y el valor monetario de los beneficios de los que gozaría la población local superaría en mucho el coste de desarrollo teniendo en cuenta el interés».[41] [...] Sin embargo, avisó de que «si el Estado exigiera por la electricidad generada un precio lo bastante elevado como para recuperar la inversión, o solo el interés sobre ella, los beneficios se reducirían en una medida que superaría en mucho el rendimiento obtenido de este modo por el Estado».[42]

De todo esto concluía que «parece ser una buena política pública realizar la inversión y vender la energía eléctrica a su coste marginal, que es extremadamente pequeño».[43]

Hotelling reconocía que el coste del proyecto debería ser sufragado por los contribuyentes del resto del país, pero afirmaba que mejorar las condiciones económicas del valle del Tennessee beneficiaría de una manera indirecta a otras zonas al reducir los costes de las exportaciones agrícolas de la región.[44] El aumento de los ingresos y del nivel de vida de la región también supondría un mayor consumo de productos hechos en otras partes del país. Por último, sugirió que el éxito del proyecto impulsaría programas similares de obra pública en otras partes del país:

> Por las mismas razones, un Gobierno dispuesto a emprender tal empresa está preparado para construir otros embalses en lugares muy dispersos y emprender una gran variedad de obras públicas. Cada una supone unos beneficios que se extienden a todas las clases. Su distribución debería darse con gran aleatoriedad para que la mayoría de los habitantes de cada parte del país vivan mejor en razón del programa como un todo.[45]

Los argumentos de Hotelling no convencieron a Ronald Coase. Recordemos que Coase, defensor del mercado libre, no creía que el Gobierno supiera predecir la demanda de los consumidores ni siquiera si fuera innegable que el servicio o bien público en cuestión fuera algo que necesitara todo el mundo. Escribió: «Personalmente, no creo que el Gobierno pueda hacer estimaciones precisas de la demanda individual en un régimen donde todos los precios se basen en los costes marginales».[46]

Si examinamos el primer argumento de Coase con atención, veremos que es más bien falaz. Es muy improbable que los

consumidores prefirieran beber agua de pozo a disponer de agua corriente más limpia en forma de servicio público a un coste marginal, o que prefirieran carreteras sin asfaltar a vías públicas asfaltadas, o, ya puestos, que prefirieran antorchas al alumbrado público, pudiendo disfrutar de todas estas comodidades a unos precios equivalentes a sus costes marginales.

En cuanto al efecto de contagio, Coase rechazaba que el éxito de una obra pública como la TVA pudiera dar lugar a proyectos similares en otras partes del país porque —según él —, aunque el proyecto tuviera éxito, no habría ninguna forma de presuponer que en otras regiones existiesen condiciones parecidas que llevaran a un resultado similar.

Coase escribió su réplica a Hotelling en 1946, cuando los soldados que regresaban de la guerra y sus familias deseaban compensar el tiempo perdido usando sus ahorros para comprar todas las cosas que no habían podido tener durante aquellos años. El mercado se convirtió en el motor que alimentaría la sociedad de consumo. Como era lógico, después de quince años de recesión económica, de una guerra mundial y del racionamiento de productos, millones de personas estaban dispuestas a ir al mercado y tomar sus propias decisiones sobre la forma de gastar su dinero.

Coase supo captar el espíritu de la época y la mayoría de los economistas siguieron sus ideas. En adelante, el pensamiento económico convencional acordaría que el mejor árbitro para designar a los ganadores y perdedores en la vida económica del país no era el Estado, sino el mercado, aunque cabe señalar que la ciudadanía estadounidense estaba más que dispuesta a hacer excepciones y financiar con fondos públicos la red interestatal de carreteras, la concesión de becas universitarias a veteranos

de guerra y la subvención de préstamos hipotecarios por medio de la Federal Housing Authority (FHA).

Pero aún hay más. Pocos especialistas se han interesado lo suficiente en la historia de aquel período para ver si las propuestas de Hotelling y su ejemplo de caso ideal habían sido acertados. De haberlo hecho habrían visto que, en su premura por rechazar las tesis de Hotelling y su uso de la TVA como ejemplo de las virtudes de sus argumentos, la respuesta de Coase no pudo resistir el paso del tiempo.

Sepultada en esa historia, se encuentra la aparición de un mecanismo nuevo y original para la gestión en procomún de la electricidad que cambiaría de una manera radical el curso del desarrollo económico de los Estados Unidos del siglo XX y ofrecería al procomún el modelo de negocio esencial para organizar el Internet de la energía en el siglo XXI.

De entrada, el Gobierno federal estadounidense se dedicó al negocio de generar electricidad porque las empresas privadas del sector no estaban interesadas en tender líneas eléctricas en zonas rurales aduciendo que las viviendas eran pocas, estaban demasiado dispersas y carecían de poder adquisitivo para permitirse este servicio.

En la década de 1930 disponían de electricidad el 90 % de las viviendas urbanas de los Estados Unidos frente a solo el 10 % de las viviendas rurales.[47] La falta de electricidad mantenía a una parte muy considerable de la población en un estado de extrema pobreza y con pocas esperanzas de mejorar su suerte. Y la Gran Depresión no hizo más que empeorar estas diferencias.

El objetivo de la TVA era llevar una zona rural muy atrasada hasta el siglo XX y, gracias a su ejemplo, extender la iniciativa a otras zonas rurales del país. Pero las compañías

eléctricas contraatacaron. Aunque el mercado rural no les interesaba, no les gustó nada que el Gobierno federal se metiera en el mercado de la electricidad y que la TVA diera «prioridad» a los granjeros y a las comunidades rurales de la zona en la venta de electricidad a un precio asequible. Sin embargo, en 1941, y a pesar de la fuerte oposición de las eléctricas, la TVA era el mayor productor de electricidad de los Estados Unidos y, además, la energía que generaba era hidroeléctrica, es decir, estaba basada en un recurso renovable.[48]

El sector eléctrico privado, respaldado por intereses comerciales conservadores, acusó al Gobierno estadounidense de usar la TVA como pretexto para convertir a los Estados Unidos en una sociedad socialista. Un editorial del *Chicago Tribune* acusó a la TVA de fundar «una pequeña Rusia roja en el valle del Tennessee».[49] Las eléctricas denunciaron que la Constitución estadounidense no otorgaba al Gobierno la potestad de generar electricidad y llevaron su protesta ante el Tribunal Supremo, donde perdieron la batalla porque el Tribunal confirmó la constitucionalidad de la ley.

Además de generar electricidad, la TVA también se encargó de tender líneas eléctricas hasta las comunidades locales para impulsar la electrificación rural, y en 1935 Roosevelt firmó un decreto ley por el que se creaba la Rural Electric Administration (REA) con la misión de extender el tendido eléctrico a todas las viviendas rurales de los Estados Unidos. «Entre 1936 y 1937 la REA tendió cerca de 120.000 kilómetros de líneas eléctricas que llevaron la electricidad a más de 300.000 granjas.»[50]

Este logro de la REA fue impresionante, pero quedó claro que carecía de la experiencia técnica y los medios humanos

necesarios para tender líneas en todas las zonas rurales. Puesto que el sector privado se negó con terquedad a echar una mano, la REA optó por la solución nada ortodoxa, y en aquella época muy radical, de animar a los granjeros a crear cooperativas eléctricas (ya existían cooperativas eléctricas rurales que funcionaban con éxito en la zona de la TVA, en Pensilvania y en el Pacífico Noroeste).

De acuerdo con este plan, la REA concedía préstamos a bajo interés a las comunidades agropecuarias para el tendido de las líneas, además de darles asistencia técnica y legal. El objetivo era impulsar un enfoque descentralizado a la electrificación que permitiera a las cooperativas tender líneas y conectarlas entre sí para crear redes regionales de distribución eléctrica. Las cooperativas actuaban en forma de procomún autogestionado sin ánimo de lucro, con juntas rectoras elegidas democráticamente entre sus miembros.

El tendido de estas líneas costaba una media de 465 dólares el kilómetro, un 40 % menos de lo calculado por el sector eléctrico privado.[51] En general, los costes eran bajos porque los agricultores y granjeros podían dedicar tiempo a trabajar en el tendido de las líneas para devolver el dinero que debían a las cooperativas. En 1942, el 40 % de todas las granjas del país ya estaban electrificadas, y en 1946 la electricidad llegaba al 50 %.[52] Cuatro años más tarde, la electricidad ya llegaba a todas las viviendas rurales de los Estados Unidos, una proeza extraordinaria que se debía en gran medida a que los granjeros y agricultores habían aprendido lo necesario para contribuir al tendido de las líneas y para gestionar las cooperativas.

Los beneficios económicos para las comunidades rurales de la región que se extendía desde el valle del Tennessee hasta California fueron incalculables. La electrificación permitió

alargar la jornada laboral, facilitó el manejo de cargas pesadas en las granjas, aumentó drásticamente la productividad y mejoró la salud y el bienestar de millones de familias rurales. En los primeros cinco años del programa REA, la electricidad llegó a más de 12.000 escuelas de esta región.[53] Gracias a la luz eléctrica, los estudiantes podían dedicar más tiempo a los estudios haciendo deberes por la noche, después de haber atendido sus quehaceres cotidianos.

La electrificación rural también tuvo un impacto enorme en la fabricación y la venta de electrodomésticos. La REA convenció a empresas como General Electric y Westinghouse para que fabricaran electrodomésticos a la mitad del precio habitual y equipararan a millones de viviendas rurales con los aparatos más modernos.[54] La venta en las zonas rurales de aquellos electrodomésticos supuso un aumento del 20 % en las ventas del sector en los peores años de la Gran Depresión y ayudó a mantener la economía a flote.[55]

La electrificación de las zonas rurales también aumentó el valor de las tierras en el mercado inmobiliario y la red de distribución eléctrica proporcionó la infraestructura que facilitó la migración masiva de las áreas urbanas a las zonas rurales que se produjo entre 1950 y 1980, con la construcción de la red interestatal de autovías y de millones de viviendas, polígonos y centros comerciales en las salidas. Aquel proceso de suburbanización trajo nuevas oportunidades comerciales a las zonas rurales y, con ello, millones de nuevos puestos de trabajo en lo que ha sido el período de mayor prosperidad económica de la historia de los Estados Unidos.[56]

Todos los argumentos planteados por Hotelling en su artículo en pro de la financiación de la TVA por parte del Gobierno federal resultaron ser asombrosamente precisos.

El único fallo, que además fue positivo, fue que la electrificación de las zonas rurales no exigió una inversión enorme de fondos públicos. Gran parte de la infraestructura eléctrica se financió con préstamos del Estado a un interés muy bajo a las cooperativas eléctricas rurales, que fueron devueltos prácticamente en su totalidad.[57] Lo que Hotelling no previó es que no fue necesario que el Gobierno soportara toda la carga y que bastó con que facilitara y avalara el proceso.

Por último, aunque las cooperativas eléctricas rurales siguen recibiendo subvenciones del Gobierno federal, «las cooperativas eléctricas reciben la menor subvención federal por consumidor» de todo el sector eléctrico, un dato que sorprenderá a muchos contribuyentes.[58]

Coase estaba obsesionado con la superioridad del mercado capitalista y Hotelling con la superioridad de la gestión pública, pero al final acabó triunfando un tercer enfoque a la optimización del bienestar general. El Estado decidió impulsar una institución económica distribuida, colaborativa y de escala lateral —la cooperativa— por considerarla el mejor vehículo para electrificar y transformar las zonas rurales del país. Esta forma de autogestión con aires de procomún consiguió en solo trece años lo que el sector privado y el Estado no podrían haber hecho en el doble de tiempo, y menos aún con un coste tan bajo.

Actualmente, en los Estados Unidos hay 900 cooperativas eléctricas rurales sin ánimo de lucro que, mediante cuatro millones de kilómetros de líneas, sirven a 42 millones de clientes de 47 estados. Las líneas eléctricas que gestionan estas cooperativas suponen el 42 % del total de líneas del país, cubren el 75 % de su superficie continental y entregan el 11 % del total de kilovatios vendidos. Los activos de estas

cooperativas eléctricas rurales totalizan más de 140.000 millones de dólares.[59]

Lo más importante es que estas cooperativas, con sus más de 70.000 empleados, ofrecen electricidad a sus clientes a precio «de coste». Como cooperativas que son, no están estructuradas para generar beneficios.[60]

El renacer de la cooperativa

Lo primero que se debe tener presente al hablar de las cooperativas es que están pensadas para que actúen como un procomún. Mientras que el objetivo de las empresas privadas es obtener beneficios, las cooperativas están estructuradas para lograr unos objetivos muy diferentes.

Según la Alianza Cooperativa Internacional (ACI), una federación que reúne a cooperativas de todo el mundo:

> Una cooperativa es una asociación autónoma de personas que se unen voluntariamente para satisfacer en común sus necesidades y aspiraciones económicas, sociales y culturales por medio de una empresa de propiedad conjunta y controlada democráticamente.[61]

Las cooperativas se rigen por la cooperación en lugar de la competencia y por compromisos sociales amplios en lugar de intereses económicos estrechos. Su campo de actuación es el procomún en lugar del mercado. Según la ACI:

> Las cooperativas se basan en los valores de la autoayuda, la responsabilidad personal, la igualdad, la democracia, la equidad y la solidaridad [...]. Sus miembros creen en el valor ético de la honradez, la transparencia, la responsabilidad social y el cuidado de los demás.[62]

Aunque la cooperativa, como estructura comercial, se remonta muy atrás en la historia, la cooperativa moderna nació en Inglaterra en 1844, cuando 28 obreros del sector textil formaron una asociación a la que llamaron Rochdale Society of Equitable Pioneers. Sus miembros hicieron un fondo común

para adquirir a precio de coste productos de calidad, y montaron una tienda para comprar y vender harina, azúcar y otros alimentos a sus socios.

La Rochdale Society estableció siete principios o reglas de gestión que se convirtieron en el protocolo estándar para las cooperativas. Esas reglas, que en 1995 fueron revisadas y ratificadas formalmente por la ACI como modelo para la gestión de estas asociaciones, encarnan la visión y la práctica de la gestión de un procomún:

1. Las cooperativas son organizaciones voluntarias, abiertas a todas las personas capaces de utilizar sus servicios y dispuestas a aceptar las responsabilidades de ser socio, sin discriminación sexual, social, racial, política o religiosa.

2. Las cooperativas son organizaciones gestionadas democráticamente por los socios, los cuales participan activamente en la fijación de sus políticas y en la toma de decisiones. Los hombres y mujeres elegidos para representar y gestionar las cooperativas son responsables ante los socios. En las cooperativas de primer grado, los socios tienen iguales derechos de voto (un socio, un voto), y las cooperativas de otros grados están también organizadas de forma democrática.

3. Los socios contribuyen equitativamente al capital de sus cooperativas y lo gestionan de forma democrática. Por lo menos parte de ese capital es propiedad común de la cooperativa. Los socios asignan excedentes a todos o alguno de los siguientes fines: el desarrollo de su cooperativa, el establecimiento de reservas, el beneficio de los socios en función de su actividad cooperativizada, la formación de los socios y otras actividades aprobadas por ellos mismos.

4. Las sociedades cooperativas son organizaciones autónomas de autoayuda, gestionadas por sus socios. Si firman acuerdos con otras organizaciones, incluido Gobiernos, o si consiguen capital de fuentes externas, lo hacen en términos que aseguren el control democrático por parte de sus socios y mantengan su autonomía cooperativa.

5. Las cooperativas proporcionan educación y formación a los socios, a los representantes elegidos, a los directivos y a los empleados para que puedan contribuir de forma eficaz al desarrollo de sus cooperativas. Informan al gran público, especialmente a los jóvenes y a los líderes de opinión, de la naturaleza y beneficios de la cooperación.

6. Las cooperativas sirven a sus socios lo más eficazmente posible y fortalecen el movimiento cooperativo, trabajando conjuntamente mediante estructuras locales, nacionales, regionales e internacionales.

7. Las cooperativas trabajan para conseguir el desarrollo sostenible de sus comunidades mediante políticas aprobadas por sus socios.[63]

En un mundo dominado por el mercado capitalista y el espíritu utilitarista que lo acompaña —para el que el ser humano se guía por la competencia y por el interés personal—, la idea misma de que las personas puedan sentirse atraídas por un modelo comercial basado en la colaboración, la equidad y la sostenibilidad no parece práctico. Pero gran parte de la humanidad ya está organizando al menos algunos aspectos de su vida económica en asociaciones cooperativas que funcionan en régimen de procomún. Lo que sucede es que no oímos hablar de ello. Naciones Unidas proclamó el año 2012 como «Año internacional de las cooperativas», pero una búsqueda rápida en Google apenas ofrece noticias sobre las celebraciones realizadas a lo largo del año. Quizá la razón sea que los grandes medios de comunicación pertenecen a unas pocas organizaciones con fines de lucro que deciden qué es noticia y qué no.

El hecho es que más de mil millones de personas —uno de cada siete habitantes de la Tierra— pertenecen hoy en día a alguna cooperativa. Las cooperativas dan empleo a más de cien millones de personas, un 20 % más que las grandes empresas transnacionales. Las 300 cooperativas más grandes serían

equivalentes en población al décimo país más grande del mundo. En los Estados Unidos y en Alemania, una de cada cuatro personas forma parte de una cooperativa. En Canadá, la proporción es de cuatro personas por cada diez. Las cooperativas de la India y de la China suman 400 millones de personas. En Japón, una de cada tres familias pertenece a alguna cooperativa y, en Francia, las cooperativas cuentan con 32 millones de miembros.[64] En junio de 2011, Paul Hazen, presidente de la National Cooperative Business Association estadounidense ofreció estos datos:

> En los Estados Unidos hay 29.000 cooperativas con 120 millones de socios que actúan en 73.000 centros de comercio de todo el país. Las cooperativas de los Estados Unidos tienen activos por valor de más de tres billones de dólares, sus ingresos anuales son más de 500.000 millones de dólares, dedican 25.000 millones a salarios y prestaciones extrasalariales, y dan trabajo a cerca de dos millones de personas.[65]

Las cooperativas estadounidenses actúan en casi todos los sectores económicos, desde el sector agroalimentario y minorista a los sectores de la sanidad, los seguros, la energía, las cooperativas de crédito, la generación y distribución de electricidad o las telecomunicaciones. La próxima vez que vayamos a los Estados Unidos y entremos en un Ace Hardware Store, estaremos tratando con una cooperativa. «Las cooperativas estadounidenses cuentan con más de 350 millones de socios.»[66]

En todo el mundo, centenares de millones de personas compran alimentos a cooperativas, viven en viviendas que han sido construidas en cooperativa y confían sus ahorros a cooperativas financieras. La mayoría de los estadounidenses no saben que «cerca del 30 % de los productos y suministros agropecuarios de los Estados Unidos son comercializados por

3.000 cooperativas de agricultores y ganaderos».[67] Muchas de las marcas más conocidas de productos lácteos y zumos de frutas que se encuentran en los supermercados proceden de cooperativas agrícolas.[68]

En la Unión Europea, diez millones de viviendas, el 12 % del total, han sido construidas por cooperativas.[69] En Egipto, casi la tercera parte de la población pertenece a alguna cooperativa de viviendas.[70] Incluso en los Estados Unidos, que cuenta con el mayor porcentaje de viviendas en propiedad, más de 1,2 millones de viviendas han sido construidas por cooperativas.[71] En Pakistán, lo han sido el 12 % de las viviendas.[72]

Las cooperativas bancarias también son muy importantes en la comunidad financiera. En seis países europeos —Alemania, Francia, Italia, Holanda, Austria y Finlandia— las cooperativas cuentan con cerca del 32 % de todos los depósitos y con casi el 28 % del crédito interior.[73] En Asia, 45,3 millones de personas son miembros propietarios de cooperativas de crédito.[74] En Francia, el 60 % de las operaciones bancarias minoristas se realizan a través de cooperativas.[75]

En los Estados Unidos, las cooperativas de crédito, que cuentan con más de 90 millones de miembros —más que en cualquier otro país— han revivido tras la debacle de los mercados financieros en 2008.[76] Los depósitos de estas cooperativas han crecido un 43 % en comparación con el crecimiento del 31 % de los mayores bancos del país.[77] Las cooperativas de crédito estadounidenses cuentan hoy con activos por valor de un billón de dólares.[78]

A pesar de su admirable trayectoria, el cooperativismo tuvo un papel secundario frente a las empresas con ánimo de lucro en la primera y la segunda revoluciones industriales. Las importantes inversiones que suponía la centralización de las

matrices de comunicación/energía inclinaron la balanza a favor de las empresas privadas, que podían reunir fondos suficientes en los mercados de valores y obligaciones. La integración vertical y el crecimiento de la fabricación y los servicios consiguieron que las empresas privadas, actuando en el mercado capitalista, dominaran las dos eras industriales anteriores.

Las cooperativas permitieron que las empresas y los negocios medianos y pequeños pudieran sobrevivir poniendo en común sus recursos financieros para adquirir con importantes descuentos productos y materias primas, y también para reducir costes compartiendo operaciones de marketing y logística y canales de distribución. Al actuar fuera del mercado como empresas sin fines lucrativos en un procomún, podían vender bienes y servicios a sus miembros con un coste marginal reducido.

Hoy, las tornas han cambiado. Como decía en capítulos anteriores, el Internet de las cosas otorga más ventaja a centenares de miles de pequeñas empresas, aunque solo si se unen en cooperativas de productores y aprovechan el poder lateral que hace posible la nueva configuración distribuida y colaborativa de la energía y las comunicaciones.

La posibilidad de una economía con una infraestructura nueva y un nuevo paradigma que reduzca los costes marginales hasta acercarlos a cero, hace que la empresa privada, cuya existencia depende de unos márgenes suficientes para obtener beneficios, sea menos viable. Las cooperativas son el único modelo de negocio que podrá funcionar en una sociedad de coste marginal casi nulo.

En comunidades de todo el mundo están surgiendo miles de cooperativas dedicadas a las energías verdes que establecen un procomún donde compartir electricidad, en términos de

igualdad, por redes de distribución de alcance regional y continental.

En la Unión Europea hay más personas que invierten en cooperativas que en el mercado de valores —un hecho bastante llamativo—, y los bancos cooperativos se han puesto a la cabeza de la financiación de cooperativas de electricidad verde. Según Dirk Vansintjan, director y fundador de la cooperativa belga Ecopower, los bancos cooperativos suelen ser los primeros en apoyar y financiar proyectos eólicos y solares. De acuerdo con uno de los siete principios de las cooperativas —cooperar mutuamente cuando es posible—, los bancos cooperativos financian cada vez más cooperativas como Ecopower con los fondos de sus socios. Ecopower, que empezó con 30 socios en 1990, tenía 43.000 en 2013 y ya proporciona al 1,2 % de las viviendas flamencas la electricidad verde que generan sus centrales eólicas e hidroeléctricas.[79]

En Alemania aparecen cooperativas de energía verde por todo el país; solo en 2011 se crearon 167.[80] La Horb Ecumenical Energy Cooperative de Stuttgart es un ejemplo típico de la influencia que pueden tener las cooperativas para transformar la generación y el consumo de energía. La cooperativa ya ha instalado varias centrales fotovoltaicas en la región y ha previsto instalar más. Como ya se ha dicho, Alemania produce hoy más del 23 % de su electricidad con energías renovables y gran parte de ella está generada por cooperativas locales.[81] Según Bernhard Bok, uno de los principales impulsores de la cooperativa de Stuttgart, la razón es que «estamos en un país de cooperativas».[82]

Dinamarca también transforma su sociedad instalando una infraestructura IdC y se ha basado en el modelo cooperativo para establecer un paradigma económico sostenible. Cuando

vuelo a Copenhague siempre miro el puerto desde el avión y admiro la veintena de turbinas eólicas que hay instaladas allí, la mitad de las cuales pertenecen a cooperativas.[83]

Los daneses han hallado que la clave para implementar de una manera eficaz esta nueva infraestructura es convencer a las comunidades locales, y que las cooperativas son el mejor vehículo para generar confianza entre el público y obtener apoyo local para la nueva infraestructura energética. Están especialmente orgullosos del proyecto de la diminuta isla de Samsø —donde viven unas 4.000 personas— que ha transformado la comunidad con el esfuerzo de sus habitantes y de las empresas locales. En esta isla hace diez años casi el 100 % de la electricidad que consumían era importada, principalmente de centrales termoeléctricas; hoy, toda la electricidad que consumen procede de fuentes renovables.[84]

En una época donde la instalación de parques eólicos por parte de grandes empresas ha topado con la oposición de algunas comunidades, Samsø anuló esta oposición haciendo que sus ciudadanos fueran propietarios de la nueva energía. La isla siguió el ejemplo del resto del país, donde el 80 % de la capacidad instalada de energía eólica es propiedad de cooperativas o de particulares.[85]

Los residentes de la isla explican a los visitantes que desean saber cómo lograron este éxito que todo se resume en la participación democrática y la propiedad colectiva. Unas cooperativas de energía verde ofrecieron un procomún al que podía unirse cualquier residente para tener voz y voto en las decisiones sobre la instalación y la gestión de turbinas eólicas en la isla y a poca distancia de la costa. Los residentes también pasaron a ser copropietarios, lo que les permitió beneficiarse de los precios más bajos de la electricidad verde.

Estas cooperativas también dieron a los habitantes de la isla la oportunidad de formar parte de algo que afectaba a toda la comunidad. La participación activa en la toma de decisiones y la gestión de las cooperativas generó capital social, confianza y buena voluntad.

En los Estados Unidos, las cooperativas eléctricas rurales han estado en la vanguardia del movimiento de la electricidad verde. La National Rural Electric Cooperatives Association se ha fijado el objetivo de producir el 25 % de la electricidad de sus socios a partir de fuentes renovables en 2025.[86] En 2009, una cooperativa rural eléctrica de Dakota del Norte, Basin Electric, conectó a la red de distribución un parque eólico de 115 megavatios —el más grande del país— que había costado 240 millones de dólares.[87] El proyecto se llevó a cabo en el tiempo récord de cuatro meses, rivalizando con los proyectos de energías renovables más grandes del mundo. La cooperativa, que sirve a 2,8 millones de consumidores rurales de nueve estados del oeste de los Estados Unidos, ha iniciado la transición de generar energía basada en combustibles fósiles a utilizar energías renovables. En 2005, el 94 % de la electricidad de la cooperativa procedía del carbón y menos del 1 % era eólica. Hoy, más del 20 % de su electricidad es verde y procede de parques eólicos.[88]

Las cooperativas eléctricas rurales también han superado a las compañías privadas y de titularidad municipal en el desarrollo del nuevo Internet de la energía. Más del 40 % de las cooperativas han instalado contadores inteligentes en viviendas, industrias y comercios.[89]

También se están creando cooperativas para la generación de electricidad verde en barrios y comunidades suburbanas de todo el mundo. Un estudio hecho en Alemania sobre el papel

futuro de las cooperativas eléctricas urbanas reveló que, contra lo que se suponía, es más probable que se creen cooperativas eléctricas verdes en zonas urbanas que en zonas rurales. De hecho, parece que se están creando cooperativas urbanas a un ritmo igual o incluso mayor que las rurales. Según este estudio, el 80 % de los socios de una de las mayores cooperativas de electricidad verde del país viven en ciudades medianas o grandes. Cuando se les preguntó por qué se habían hecho socios de un procomún de electricidad verde, la mayoría respondieron que «por razones políticas», es decir, por su deseo de participar en la planificación de su futuro energético personal y del de su comunidad.[90]

La generación que ha crecido con Internet y que da por descontado su derecho a crear valor en redes distribuidas, colaborativas y entre iguales, no duda en generar su propia electricidad verde y compartirla con otros en un Internet de la energía. Están viviendo en una época marcada por una crisis económica mundial cada vez más profunda y por unos cambios cada vez más calamitosos del clima de la Tierra, todo ello provocado por un sistema económico que depende de los combustibles fósiles y que se basa en sistemas de control muy centralizados y jerárquicos. Si culpan a los gigantes de las telecomunicaciones, a los medios de comunicación y a la industria del ocio y el espectáculo de bloquear su derecho a colaborar libremente con los demás en un procomún abierto de la información, no son menos críticos con los gigantes de la energía y la electricidad a los que culpan, en parte, por los elevados precios de la energía, por el declive de la economía y por la crisis ecológica que amenaza el planeta.

Para un número de jóvenes cada vez mayor, las grandes empresas energéticas y eléctricas tradicionales representan el

arquetipo del poder centralizado que ha traído todos los males que aquejan al mundo. La posibilidad de poner remedio a estos males mediante la creación de cooperativas abiertas, colaborativas y gestionadas democráticamente que generen y compartan energía verde, ofrece un enorme poder e impulsa a toda una generación a reunirse bajo el estandarte de la sostenibilidad. A la reivindicación de la libertad de acceso a la información y la comunicación, se le suma ahora la reivindicación de una energía verde gratuita.

El procomún de la logística

Queda otro ámbito que se debe incorporar a la matriz para crear una infraestructura de procomún. El Internet de las comunicaciones, que empieza a gestionar la electricidad verde de escala lateral, se está usando ahora para crear un Internet de la logística que transforme el transporte local y global. El Internet de las comunicaciones, el Internet de la energía y el Internet de la logística integrados en un Internet de las cosas que opere en un procomún prepara el terreno para la Edad Colaborativa.

Las redes viarias se consideran bienes públicos casi en todo el mundo, pero los medios de transporte que usamos para circular por ellas y enviar materiales y productos son de empresas públicas o privadas. Todos los días, centenares de millones de personas usan transportes públicos para ir y venir del trabajo y para la llamada «movilidad social».[91] Trenes de cercanías, metros, tranvías y autobuses prestan servicio a un precio ligeramente superior al de coste porque están subvencionados con fondos públicos. Otros centenares de millones de personas recurren a vehículos particulares. Y otras recurren a una combinación de transporte público, automóvil particular, bicicleta y caminar.

La mayor parte del transporte por carretera de productos comerciales está en manos de empresas privadas. Las grandes empresas de integración vertical de la Segunda Revolución Industrial disponen de flotas de vehículos o subcontratan a empresas privadas para almacenar y transportar materiales, componentes y otros suministros, y productos acabados, por la cadena de valor. Pero esta estrategia tiene sus defectos. Aunque la gestión interna, jerárquica y centralizada de la logística y el transporte permite a las empresas controlar la producción, el almacenamiento y la distribución de sus productos, este control tiene un coste muy elevado en forma de pérdida de productividad y de eficiencia y en forma de un aumento de las emisiones de dióxido de carbono.

Un estudio reciente a escala mundial ha revelado que la logística privada contribuye de muchas maneras a esa pérdida de eficiencia y productividad, y al aumento de las emisiones de dióxido de carbono. En primer lugar, y solo en los Estados Unidos, los tráileres en tránsito cargan de media un 60 % de su capacidad. A nivel mundial las cifras son peores y se calcula que la eficiencia no llega al 10 %.[92] Los camiones suelen salir de los muelles a plena carga, pero esta se va reduciendo en cada entrega y muchas veces vuelven vacíos. En 2002, los camiones estadounidenses circularon sin carga una media del 20 % del total de kilómetros recorridos, y muchos más kilómetros con media carga o menos.[93] En segundo lugar, los fabricantes, los mayoristas, los distribuidores y los minoristas almacenan productos en sus instalaciones mucho tiempo, con frecuencia lejos de los puntos de destino y a un coste muy elevado. Se calcula que en marzo de 2013 los *stocks* comerciales en los Estados Unidos tenían un valor de 1.600 billones de dólares.[94] Esos *stocks* son productos inmovilizados

que generan costes enormes. Los almacenes se usan poco en ciertas épocas del año y están hasta los topes en otras por el carácter estacional de muchos productos. En tercer lugar, hay una variedad de productos perecederos o con un período más o menos breve de uso comercial, como los alimentos y ciertas prendas de vestir, que no se venden porque los distribuidores no pueden entregarlos a tiempo a causa de ineficiencias logísticas. Esas pérdidas se agravan en los países en desarrollo cuya infraestructura para el transporte y la logística es endeble, poco fiable y vulnerable a fallos e interrupciones. En cuarto lugar, los productos se suelen enviar por rutas indirectas y no por las más rápidas, en gran medida por la dependencia de almacenes y centros de distribución muy grandes y centralizados que dan servicio a áreas muy extensas. En quinto lugar, el sistema logístico mundial, hoy en manos de centenares de miles de empresas privadas de transporte, carece de reglas y protocolos comunes que permitan a estas empresas colaborar mediante el uso de tecnologías avanzadas y compartir sus recursos logísticos para que la eficiencia y la productividad puedan crecer y los costes operativos se reduzcan.[95]

Los economistas partidarios de la libertad de mercado dirían que un sistema capitalista ligado al intercambio privado de bienes y servicios en el mercado e impulsado por la obtención de beneficios es el medio más eficiente para asignar recursos escasos a fines productivos. Pero cuando se trata de la logística —los medios por los que estos bienes y servicios se almacenan y se envían—, el proceso es tan poco eficiente y productivo que debería dar que pensar —al menos un poco— a estos economistas. Replantearse la manera de almacenar y enviar materiales y productos es especialmente importante hoy, cuando el coste de la energía está llegando a nuevos máximos y

supone una carga aún más pesada para un sistema logístico que ya es redundante e ineficiente. Y las ineficiencias acumulan una factura enorme en dióxido de carbono. En 2006, los camiones estadounidenses recorrieron 423.000 millones de kilómetros consumiendo miles de millones de litros de combustible y emitiendo a la atmósfera unas cantidades récord de dióxido de carbono.[96]

Si la logística fuera un componente de la economía con poco peso, podría no importar mucho, pero es que se trata del componente que soporta todo el sistema que conecta a los proveedores con los compradores en cada eslabón de la cadena de valor. En 2009, el transporte representaba «el 10 % del PIB estadounidense, cerca de 1,4 billones de dólares». Los gastos de transporte supusieron 500.000 millones de dólares, los de embalaje 125.000 millones y los de almacenamiento 33.000 millones.[97]

Actualmente, una nueva generación de académicos y profesionales de la logística fija la mirada en el carácter distribuido, colaborativo y de escala lateral del Internet de las comunicaciones, en su arquitectura abierta y en su gestión en régimen de procomún, como modelo para transformar de una manera radical la logística mundial del siglo XXI. La ironía de aplicar lecciones y metáforas de Internet a la logística no pasa desapercibida a muchos observadores del sector, que recuerdan que la industria de las telecomunicaciones y la informática se basó en su día en metáforas de la logística para conceptualizar los primeros pasos de la revolución de las comunicaciones por Internet. Muy poco después de que la World Wide Web llevara a un nivel superior la estructura ya existente de Internet, Al Gore —entonces vicepresidente de los Estados Unidos— habló de la necesidad de crear «una autopista de la información», y

destacó que la construcción del sistema interestatal de autovías una generación antes había impulsado el transporte por carretera con efectos como el desarrollo suburbano, la dispersión geográfica de la fabricación y la venta de productos, y el crecimiento del turismo; efectos todos ellos que dieron lugar al período de mayor prosperidad económica de los Estados Unidos en sus doscientos años de historia.[98] La arquitectura abierta de un sistema de autovías interconectadas —por las que un automóvil podía viajar de costa a costa sin ver ni un semáforo— inspiró a los informáticos a conceptualizar un medio de comunicación interconectado que permitiera la circulación con fluidez de paquetes de datos por las redes de un sistema distribuido.

Y hoy es el sector de la logística el que usa metáforas de Internet para replantearse su futuro. Según Benoit Montreuil, del University Research Center on Enterprise Networks, Logistics, and Transport (CIRRELT) de Montreal, si el mundo digital hizo suya la metáfora de la autopista, la industria de la logística debería hacer suya la metáfora de la arquitectura abierta y distribuida de la comunicación por Internet para reorganizar la logística mundial.[99]

Montreuil describe las características esenciales de un Internet de la logística y señala que muchos componentes ya existen aunque no están conectados en un sistema abierto y transparente. Para empezar, un paquete de datos transmitido por Internet contiene información sobre su identidad y sobre la ruta que debe seguir hasta su destino. La estructura de un paquete es independiente del medio de transmisión y hace que pueda ser aceptado y procesado por distintos sistemas y que circule por *routers* y redes locales o extensas de cables convencionales, de fibra óptica, inalámbricas, etc. Del mismo

modo, en un Internet de la logística todos los productos físicos se depositarían en contenedores modulares normalizados que aceptarían todas las redes logísticas. Los contenedores estarían equipados con sensores y etiquetas inteligentes para su identificación y clasificación. Todo el sistema, desde el almacenamiento hasta la entrega final, se debería basar en protocolos técnicos normalizados que garantizaran la fluidez del transporte.

En este Internet de la logística, el sistema habitual de transporte radial o punto a punto sería sustituido por un transporte intermodal, multisegmento y distribuido. En lugar de que una persona se encargue de todo el transporte desde el centro de producción hasta el punto de destino y después se dirija al lugar más próximo para recoger otro envío que se debe entregar en el trayecto de vuelta, la entrega sería de carácter distribuido. Un primer transportista dejaría el envío en un centro próximo y allí recogería otro envío para entregarlo al volver. Otro transportista recogería el primer envío y lo dejaría en el siguiente centro, que podría ser una terminal de camiones, una terminal ferroviaria o un aeropuerto, y la cadena continuaría hasta que el envío llegara a su destino final.

Montreuil explica que, siguiendo el sistema actual, un transportista haría un viaje de ida y vuelta de Quebec a Los Ángeles recorriendo 10.000 kilómetros en cerca de 240 horas (el contenedor llegaría a Los Ángeles después de 120 horas). Siguiendo el sistema distribuido, diecisiete transportistas diferentes harían recorridos de unas tres horas cada uno hasta el siguiente punto de entrega y volverían a su casa el mismo día. El envío a Los Ángeles se haría en cerca de 60 horas, la mitad del tiempo empleado con el sistema punto a punto tradicional. Un proceso de seguimiento del contenedor por

Internet garantizaría relevos rápidos en cada punto de entrega para que no se perdiera tiempo extra.[100]

En el sistema logístico actual, la mayoría de las empresas privadas poseen uno o más almacenes o centros de distribución, aunque rara vez más de veinte. La mayoría de los almacenes o centros de distribución independientes suelen trabajar exclusivamente para una empresa y rara vez lo hacen con más de diez. Esto significa que las empresas solo disponen de unos cuantos almacenes o centros, lo que limita sus operaciones de almacenamiento y transporte de productos entre continentes.

Pero ¿y si una empresa pudiera utilizar los 535.000 almacenes y centros de distribución que hay actualmente en los Estados Unidos?[101] Si estos almacenes y centros estuvieran conectados en una red abierta gestionada mediante análisis y algoritmos complejos, las empresas los podrían usar para almacenar y enviar sus productos de la manera más eficiente en cualquier momento. La mejora de las eficiencias energéticas y de la productividad para las empresas que usaran esta red sería espectacular, como lo sería el ahorro de combustible y la reducción de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera.[102]

Montreuil señala que esta red de transporte abierta permitiría a las empresas reducir el plazo de entrega casi a cero si tuvieran su *stock* repartido entre algunos de los centenares de centros de distribución que se hallaran cerca de sus clientes finales. Además, cuando la impresión 3D se haya extendido y consolidado, las empresas podrán transmitir las instrucciones para imprimir un producto a impresoras 3D locales para que el producto, una vez impreso, se almacene en un centro de distribución cercano a los mayoristas y minoristas de la zona.

La tecnología ya está disponible. Lo que hace falta es que se acuerden unas normas y unos protocolos universales y un modelo de negocio para gestionar un sistema logístico regional, continental y mundial.

Las empresas privadas solo podrán beneficiarse de formar parte de una red más extensa si se unen en cooperativas de logística o en otras formas de gestión en procomún. Ya existen empresas dedicadas a ofrecer servicios integrales de transporte y es probable que vayan asumiendo cada vez más la tarea de unir a clientes en cooperativas para hacer realidad el potencial de un Internet de la logística que facilite la creación de economías de escala lateral. Una infraestructura logística abierta ofrecerá a los transportistas integrales un ámbito de actuación universal —formado por miles de almacenes y centros de distribución unidos en una sola red cooperativa— al que podrán acceder con el fin de optimizar las necesidades logísticas de cada cliente.

Gestión de recursos temporales en los tres procomunes de Internet

Las tres infraestructuras básicas que forman el Internet de las cosas comparten una gestión con objetivos semejantes. A diferencia del procomún más tradicional, donde el principal objetivo de la gestión es evitar que se agoten los recursos físicos comunes, los tres procomunes de las infraestructuras de la Edad Colaborativa deben prestar especial atención a los recursos temporales para evitar congestiones. El Internet de las comunicaciones debe evitar congestiones de datos en la transmisión de información. El Internet de la energía debe evitar congestiones en la demanda de electricidad y debe mantener un equilibrio adecuado entre el almacenamiento de energía y la transmisión de electricidad para evitar

sobretensiones, cortes y apagones. Y el Internet de la logística deberá evitar las congestiones de tráfico coordinando los flujos de transporte y equilibrando el almacenamiento y el transporte de materiales y productos para optimizar los programas de entrega por carretera, ferrocarril, barco o avión. En los tres casos, cuantos más miembros tenga un procomún en red, más beneficios habrá para cada miembro, pero también más necesario será prevenir la congestión.

El modelo capitalista de propiedad privada, donde cada empresa es como una isla e intenta unificar su actividad económica en vertical y bajo un solo paraguas para lograr economías de escala, por sus características operativas, es incapaz de gestionar actividades que exijan la colaboración activa de miles de participantes en operaciones de escala horizontal. En lugar de la gestión en procomún, cada empresa privada intenta optimizar su propio flujo temporal a costa de otros, lo que solo conduce a una mayor congestión en la red y a una pérdida de la operatividad que afectará a cada empresa del sistema y provocará la «tragedia» que suelen sufrir los procomunes que no se gestionan bien.

Los beneficios en cuanto a costes que se derivan del Internet de las comunicaciones, el Internet de la energía y el Internet de la logística no se pueden conseguir en una economía pura de mercado donde cada empresa actúa por su cuenta. Por ambiciosa que pueda ser una empresa, no podrá lograr mediante fusiones y adquisiciones las eficiencias y los aumentos de productividad que se obtienen formando parte de un procomún en red de escala lateral.

Como se ha mencionado brevemente en el capítulo 1, para que una sociedad funcione hacen falta un medio de comunicación, una fuente de energía y un sistema de movilidad y transporte. La integración del Internet de las comunicaciones,

el Internet de la energía y el Internet de la logística en un Internet de las cosas formará el sistema nervioso cognitivo y el medio físico para integrar a toda la humanidad en un procomún mundial interconectado que se extienda por toda la sociedad. Esto es lo que queremos decir cuando hablamos de ciudades, regiones y continentes inteligentes, y de un planeta inteligente.

La conexión de cada actividad humana en una red mundial inteligente está dando origen a un ser económico totalmente nuevo. El ser de las dos primeras revoluciones industriales se basaba en una matriz de comunicación/energía y una red de logística que exigían grandes inversiones de capital y que se debían organizar en empresas de integración vertical bajo un control centralizado para lograr economías de escala. El sistema capitalista y el mecanismo del mercado demostraron ser los mejores instrumentos institucionales para impulsar aquel paradigma.

Pero el nuevo ser de la Tercera Revolución Industrial es muy diferente. Exige menos capital financiero y más capital social, es de escala lateral en lugar de vertical y se implementa mejor con una gestión en procomún que con un mecanismo de mercado estrictamente capitalista. Esto significa que la supervivencia del mercado capitalista dependerá de su capacidad para encontrar valor en un mundo donde las nuevas eficiencias y la productividad surgen de una sociedad cada vez más distribuida, abierta, colaborativa y conectada en red.

Mientras que el sistema antiguo propiciaba el interés personal en el mercado capitalista, el sistema que está naciendo favorece la colaboración en un procomún conectado en red. En la era que se acerca, la antigua asociación entre Estado y sector privado para organizar la vida económica de la sociedad dará paso a una asociación tripartita donde la gestión en procomún tendrá un papel cada vez más relevante que estará

complementado por el papel del Estado y de las fuerzas del mercado.

Cuarta parte
CAPITAL SOCIAL Y ECONOMÍA DEL COMPARTIR

Capítulo 13

DE LA PROPIEDAD AL DERECHO DE ACCESO

Si la propiedad privada es la característica que define el sistema capitalista, el automóvil particular es su sello distintivo. En muchas partes del mundo, las personas que tienen un automóvil son más que las que tienen vivienda. El automóvil suele ser la propiedad privada más valiosa y ya hace mucho tiempo que tener automóvil se considera un rito de iniciación en el mundo de las relaciones de propiedad.

La misma palabra *automóvil* refleja la idea económica clásica de que la naturaleza humana está impulsada por la búsqueda de *auto*nomía y *movil*idad y de que todos queremos gozar de soberanía. Los estadounidenses siempre han asociado la idea de libertad a la autonomía y la movilidad. No hay lugar donde se sienta más la autonomía personal que frente al volante de un vehículo cerrado que amplifica la capacidad física del conductor con la potencia de su motor. Ser autónomo significa ser dueño del propio destino, ser autosuficiente, no depender de nadie ni estar en deuda con nadie; en otras palabras, significa ser libre. El automóvil particular es el «acotamiento supremo» porque refleja el deseo de ser como una isla, de ser independientes y autosuficientes. También se equipara la libertad a la movilidad sin obstáculos ni trabas. La capacidad de viajar a cualquier lugar con absoluta libertad se ha acabado equiparando a la sensación de libertad física. Todos los jóvenes de mi generación han sentido la euforia de esta forma de libertad la primera vez que se pusieron al volante de su automóvil y se echaron a la carretera. En la era capitalista, acabamos definiendo la libertad en términos negativos como el

derecho a excluir. Y el automóvil se convirtió en el símbolo de esta noción convencional de lo que significa ser libre.

Pero la generación de Internet no concibe la libertad en ese sentido negativo —como el derecho a excluir a los demás— sino en el sentido positivo del derecho a ser incluido con los demás. Para esta generación, la libertad es la capacidad de optimizar la vida personal, y esta vida óptima se plasma en la diversidad de las experiencias personales y el alcance y la amplitud de las relaciones en las diversas comunidades a las que pertenecemos a lo largo de la vida. La libertad se mide más por el acceso a los demás en las redes que por la propiedad en los mercados. Cuanto más profundas e inclusivas son las relaciones de una persona, mayor es la libertad de la que goza. Poder acceder siempre a los demás en espacios sociales como Facebook o Twitter aporta significado a la vida personal. Para la generación de Internet, la libertad es la capacidad de colaborar sin límites con los demás en un mundo formado por una red de iguales.

Quienes pongan en duda este cambio generacional en la concepción de la libertad —del derecho a poseer y excluir al derecho a acceder y a ser incluido— hallarán muy reveladores los siguientes datos estadísticos. En una encuesta reciente a conductores de entre 18 y 24 años de edad, el 46 % de los encuestados aseguraron que preferían el acceso a Internet a tener un automóvil. Otro dato revelador fue que «en 2008, el 46,3 % de los jóvenes de 19 años o menos tenían permiso de conducir, mientras que en 1998 este porcentaje era del 64,4 %». Cuando se preguntó a 3.000 jóvenes nacidos entre 1981 y 2000 —miembros de la llamada Generación Y— qué marca preferían de una lista de 31, entre las diez primeras —donde había varias

empresas de Internet como Google— no apareció ninguna marca de automóviles.[1]

El automóvil como metáfora

Los jóvenes de esta generación están transformando su relación con el automóvil y prefieren acceder a él antes que poseerlo. Compartir el automóvil se ha convertido en algo muy popular entre los jóvenes de la Generación Y. Más y más jóvenes se unen a asociaciones para compartir automóviles donde pagan una pequeña cuota a cambio de acceder a un automóvil cuando lo necesiten. Al hacerse socios, reciben una tarjeta con un microchip que les permite usar vehículos estacionados en distintos puntos de las ciudades. Los socios reservan los vehículos por Internet o mediante aplicaciones para móviles. Aunque algunas de estas asociaciones como Zipcar o I-Go —ambas de Chicago— en realidad son empresas privadas, hay muchas más que actúan sin ánimo de lucro como Philly Car Share y City CarShare, las dos de San Francisco, y HourCar de Mineápolis.

En 2012, 800.000 estadounidenses eran miembros de alguna asociación para compartir automóviles. En el mundo hay cerca de 1,7 millones en 27 países.[2] Un estudio reciente de Frost and Sullivan Consultants predice que en la Unión Europea habrá más de 200 asociaciones de esta clase en 2020, y que la flota de vehículos pasará de 21.000 a 240.000. También se calcula que el número de socios pasará de 700.000 a 15 millones en menos de siete años y que los ingresos llegarán a 2.600 millones de euros. Se calcula que los ingresos del sector en los Estados Unidos aún crecerán más y superarán los 3.000 millones de dólares en 2016.[3]

A medida que estas redes para compartir vehículos se extienden, el número de miembros que aún poseen automóvil

particular disminuye. Un estudio de once de las principales empresas del sector revela que el 80 % de los miembros que poseían un vehículo antes de hacerse socios lo habían vendido poco después. En cuanto a los grupos familiares que poseían automóvil, el número de vehículos pasaba de 0,47 a 0,24 vehículos por familia después de haberse unido a una de estas asociaciones.[4]

Compartir automóviles no solo reduce el volumen de vehículos en circulación, sino que también reduce las emisiones de gases contaminantes. En 2009, por cada vehículo compartido dejaron de circular 15 vehículos particulares. Además, los socios condujeron un 31 % menos que cuando poseían un vehículo. En los Estados Unidos, estos cambios en el uso del automóvil supusieron una reducción de 482.170 toneladas en las emisiones de CO_2.[5]

Compartir automóviles tiene otros efectos importantes. Según un estudio realizado en 2011, cuando alguien utiliza este sistema tiende a cambiar otros aspectos de su movilidad personal y utiliza más el transporte público y la bicicleta, y camina más.[6] Por ejemplo, en los últimos cinco años el uso compartido de bicicletas ha aumentado de una manera espectacular, en parte gracias a avances tecnológicos como las tarjetas con microchip y los quioscos de pantalla táctil que facilitan el uso y el seguimiento de las bicicletas por GPS y que permiten al usuario integrar el uso de bicicletas y automóviles compartidos con el transporte público. La última novedad, las bicicletas eléctricas que funcionan con energía solar, ha sido recibida con entusiasmo por las generaciones más jóvenes. En 2012 había 19 asociaciones para compartir bicicletas en la zona norte de los Estados Unidos con más de 215.000 usuarios.[7] En

todo el mundo hay más de cien iniciativas de este tipo con 139.300 bicicletas en servicio.[8]

En los Estados Unidos y Canadá, el 58 % de las asociaciones para compartir bicicletas que usan las últimas tecnologías son entidades sin ánimo de lucro, el 21 % son empresas privadas y 16 % son empresas de titularidad pública que están a cargo de un contratista. Las asociaciones sin ánimo de lucro son las más utilizadas: cuentan con el 82 % de los usuarios y el 66 % de las bicicletas en circulación.[9]

La inscripción en estas asociaciones puede ser anual, mensual o diaria, y hasta se puede pagar por cada trayecto. Los usuarios acceden a las bicicletas mediante tarjetas de socio, tarjetas de crédito o aplicaciones para móviles.

Compartir bicicletas se ha hecho muy popular en áreas metropolitanas congestionadas donde el tráfico rodado suele provocar retenciones en las horas punta. Según encuestas realizadas por dos asociaciones para compartir bicicletas, Vélib' de París y Capital Bikeshare de Washington, una mayoría abrumadora de los usuarios de estos servicios dijeron que desplazarse en bicicleta era más rápido y conveniente. El uso compartido de bicicletas también permite ahorrar el dinero que se habría gastado en gasolina.[10]

Compartir automóviles también supone un ahorro. En los Estados Unidos, poseer y mantener un automóvil normal cuesta centenares de dólares al mes, casi el 20 % de los ingresos de una familia, lo que lo convierte en el segundo gasto más elevado después de la vivienda. La gran subida de los precios de los carburantes también ha hecho crecer el gasto que supone poseer un automóvil. El uso compartido de automóviles hace que el usuario evite estos y otros gastos en concepto de mantenimiento, seguro, permisos o impuestos.

En los Estados Unidos, un vehículo está inactivo, por término medio, el 92 % del tiempo, lo que lo convierte en un activo fijo extremadamente ineficiente.[11] Por esta razón, los jóvenes prefieren pagar por una movilidad puntual que por la propiedad de un vehículo.[12]

Los servicios para compartir automóviles también impulsan el uso del vehículo eléctrico. En 2013, el Ayuntamiento de París y otros 46 municipios de su área metropolitana formaron un consorcio para compartir automóviles que contaba con 1.750 vehículos eléctricos y 750 estaciones de carga repartidas por la zona.[13] Autolib' es uno de un número cada vez mayor de servicios de automóviles compartidos que ofrecen vehículos eléctricos sin emisiones a unos usuarios cada vez más comprometidos con una movilidad sostenible. Frost and Sullivan calcula que en 2016 serán eléctricos dos de cada diez vehículos compartidos nuevos y uno de cada diez vehículos compartidos en total.[14]

En otro de los sistemas para compartir vehículos, el propietario de un automóvil se inscribe gratuitamente en una web como RelayRides para compartirlo con otros usuarios. Cada propietario puede fijar una tarifa por hora, determinar el horario de alquiler y comprobar los antecedentes de los usuarios que quieran alquilarlo. Además de encargarse de comprobar la seriedad de los usuarios, RelayRides también cubre las posibles incidencias con un seguro. El usuario paga la gasolina y la reparación de cualquier avería que sufra el vehículo mientras lo usa. El dueño del automóvil recibe el 60 % de la cantidad que abona el usuario y RelayRides se queda con el 40 % restante. Por su parte, los propietarios se encargan del mantenimiento de sus vehículos, pero como los vehículos nuevos y muchos vehículos usados tienen una garantía que

incluye revisiones gratuitas y un mantenimiento básico, los propietarios solo pagan los gastos fijos. Un propietario puede ganar entre 2.300 y 7.400 dólares al año con unas tarifas de alquiler que van de 5 a 12 dólares por hora. Puesto que un propietario normal gasta de media unos 715 dólares al mes en su vehículo, este sistema para compartirlo reduce significativamente el coste de poseerlo y mantenerlo.[15]

Las asociaciones para el uso compartido de automóviles usan cada vez más los servicios de transporte integrados (STI) para que sus socios pasen de un medio de transporte a otro durante un trayecto. Un socio puede usar un automóvil compartido para dirigirse a una estación ferroviaria y tomar un tren de cercanías. Después de varias paradas baja del tren y toma una bicicleta compartida hasta otra parada de bicicletas a poca distancia de su destino. Una aplicación STI en su móvil impide que se pierda. Si quiere detenerse en algún punto de la ruta y dirigirse a otro lugar, programa el cambio y la aplicación crea en segundos un mapa del nuevo recorrido teniendo en cuenta el tráfico y las retenciones que pueda haber.

Algunos gigantes de la automoción han decidido subirse al tren de los automóviles compartidos. Por ejemplo, General Motors (GM) se ha asociado con RelayRides y además de darle apoyo económico ha puesto el sistema Onstar a disposición de sus usuarios para que puedan acceder a cualquier vehículo de GM con sus móviles. Según Stephen Girsky, vicepresidente de GM, la empresa colabora en esta iniciativa porque «nuestra meta es hallar maneras de ampliar nuestra base de clientes, reducir la congestión del tráfico en las grandes ciudades de los Estados Unidos y abordar los problemas de la movilidad urbana».[16]

General Motors y otros fabricantes se encuentran en la misma posición insostenible en la que se hallan muchas otras empresas capitalistas de distintos sectores de la economía, porque el uso compartido de automóviles reduce el coste de la movilidad. A corto plazo, los fabricantes de automóviles no podrán quedarse al margen de este fenómeno por temor a que haya competidores que se apunten a él —hemos visto que algunos ya lo hacen— para hacerse al menos con una parte del dinero que moverá este nuevo procomún. Con todo, cualquier beneficio que los fabricantes puedan obtener de participar en este procomún deberá tener en cuenta el descenso de las ventas de automóviles. Recordemos que el 80 % de los miembros de este procomún que poseían un automóvil antes de hacerse miembros lo habían vendido poco después, y que por cada vehículo compartido dejan de circular 15 vehículos particulares. Los fabricantes, que ya trabajan con márgenes muy estrechos y han visto reducida su capacidad de maniobra, no pueden quedarse al margen del procomún aunque participar en él les haga perder ventas y reduzca aún más sus márgenes.

Lawrence D. Burns, vicepresidente de investigación, desarrollo y planificación de General Motors hasta 2009, y hoy profesor de ingeniería de la Universidad de Michigan, ha traducido en cifras la contradicción a la que se enfrenta el sector de la automoción:

> Para un habitante típico de una ciudad como Ann Arbor [Michigan], este servicio [de compartir automóviles] le podría salir hasta un 70 % más barato que poseer un automóvil particular.[17]

Aunque cueste de creer, Burns admite que «un servicio coordinado de vehículos compartidos ofrecería el mismo nivel de movilidad que los vehículos particulares, pero con un 80 % menos de vehículos y con una inversión mucho menor».[18]

También reconoce que, desde el punto de vista de la eficiencia, el hecho de que los vehículos compartidos cubran las mismas necesidades de movilidad que los vehículos particulares con solo un 20 % del coste, optimiza el bienestar general y es una oportunidad demasiado buena para dejarla pasar aunque suponga eliminar el 80 % de los vehículos fabricados y vendidos. En pocas palabras, Burns, que fue un peso pesado de General Motors, considera que es mucho mejor compartir automóviles en un procomún colaborativo que comprar automóviles en el mercado, aun sabiendo que esto dará lugar a una reducción drástica del número de vehículos en circulación.

El automóvil particular, el eje del mercado capitalista en la Segunda Revolución Industrial, está cayendo víctima de las iniciativas distribuidas y de escala lateral para el uso compartido de automóviles en un procomún colaborativo que es más adecuado para optimizar el bienestar general de la sociedad. En lugar de que el mercado domine al procomún, es el procomún el que domina al mercado, una realidad que no acaban de entender quienes se engañan creyendo que una economía basada en compartir es una oportunidad de mercado en lugar de ser la mayor amenaza para el capitalismo.

Es probable que este cambio en la movilidad personal de la propiedad al acceso y del mercado al procomún compartido se acelere en los próximos años con la aparición de los vehículos sin conductor. En 2012, Jerry Brown, gobernador de California, firmó una ley que autorizaba la circulación de vehículos sin conductor por la red viaria de California, y lo mismo han hecho los estados de Nevada y Florida. Tras aprobar la nueva ley, el gobernador Brown declaró: «Hoy hemos visto a la ciencia ficción de ayer convertirse en la realidad del mañana».[19]

Google, que presionó mucho para que se aprobara esta ley, ya ha acumulado casi 500.000 kilómetros de pruebas de vehículos sin conductor.[20] General Motors, Mercedes, BMW, Audi, Volvo y Volkswagen también están haciendo pruebas con esta clase de vehículos. El vehículo de Google es un Toyota Prius modificado que circula guiándose por cámaras, sensores de radar, telemetría por láser y mapas detallados conectados a un sistema de navegación por GPS.[21]

Algunos entusiastas del automóvil tienen dudas sobre la seguridad que ofrecen estos vehículos. Pero los ingenieros de automoción señalan que el 90 % de los accidentes de tráfico se deben a errores humanos.[22] A diferencia de los conductores humanos, los vehículos automatizados no se distraen, ni se intoxican, ni se duermen al volante, lo que supone la posibilidad de salvar a muchas de las decenas de miles de personas que mueren cada año en accidentes de tráfico solo en los Estados Unidos.[23] Una encuesta de J. D. Power and Associates revela que el 30 % de los conductores de entre 18 y 37 años comprarían un vehículo sin conductor, lo que demuestra el enorme potencial de este cambio revolucionario en el tráfico rodado.[24]

Los tradicionalistas aducen que una gran mayoría de los conductores rechazarán esta posibilidad porque prefieren la emoción —por no hablar del control— de conducir su propio vehículo. Puede que sea así para generaciones anteriores, pero dudo que lo sea para la generación de Internet. Es muy improbable que los jóvenes de esta generación, que ya se distraen con el teléfono móvil cuando conducen, estén más interesados en conducir un automóvil que en ser «conducidos» por él. En la Edad Colaborativa, donde la atención y el tiempo son recursos muy preciados y escasos, librarse de conducir

varias horas al día supone un tiempo extra que se puede dedicar a actividades más interesantes en el mundo virtual.

Sergey Brin, cofundador de Google, cree que no está muy lejos el día en que millones de usuarios de automóviles de uso compartido pidan vehículos sin conductor que, después de dejarlos en sus destinos, se dirigirán automáticamente a su siguiente punto de recogida, o buscarán el punto más próximo donde recargar sus baterías y esperar la siguiente llamada.

En mayo de 2013, Mercedes introdujo una nueva gama de automóviles, la Clase S, que en parte circulan solos y hasta pueden aparcar por su cuenta. Los modelos de esta gama, con precios que van de 90.000 a 267.000 euros, son capaces de mantenerse dentro de un carril y de guardar la distancia con el vehículo que los precede. Dieter Zetsche, presidente de Daimler, dice que la nueva gama de Mercedes «marca el inicio de la conducción autónoma».[25]

Los analistas del sector calculan que dentro de unos ocho años habrá vehículos sin conductor en el mercado. Brin es más optimista y aventura que los habrá dentro de cinco años.[26]

¿Por qué iba alguien a «poseer» y mantener un automóvil pudiendo «acceder» al instante a un vehículo sin conductor de un servicio de uso compartido con solo usar el móvil, un vehículo que lo lleve cómodamente a su destino guiado por GPS y por el que solo deberá pagar en función del tiempo que lo use?

Si hiciera falta alguna prueba de que la era capitalista ligada al intercambio de propiedad en los mercados está cediendo terreno ante el acceso a servicios en procomunes colaborativos, estos cambios en el mundo de la automoción señalan claramente la gran transformación que se avecina.

Dejar atrás la propiedad

En el año 2000 publiqué en inglés un libro titulado *La era del acceso*, justo antes de que estallara la llamada «burbuja de las punto com». Diez años después del nacimieno de la World Wide Web, Internet ya había llegado a la mayoría de edad. Centenares de millones de personas se conectaban a un nuevo mundo virtual cuya exploración ofrecía oportunidades tan abundantes como las que brindó el descubrimiento del Nuevo Mundo quinientos años atrás. Se produjo una explosión de actividad frenética para trazar un mapa de este nuevo mundo y explotar sus terrenos aún vírgenes y carentes de límites y fronteras. Cada día aparecían nuevos espacios virtuales y nuevas redes sociales, y toda una generación contemplaba asombrada las posibilidades de crear formas totalmente nuevas de colaborar y de compartir la vida con los demás.

Por debajo de las muchas exageraciones que acompañaron la colonización del nuevo espacio virtual, hubo activistas y especialistas que se empezaron a preguntar hasta qué punto aquella plaza pública virtual —capaz de conectar a toda la humanidad por primera vez en la historia— podría cambiar las bases de la organización de la sociedad. ¿Qué consecuencias se derivarían de un espacio social donde cualquier persona pudiera conectarse con cualquier otra para colaborar y crear nuevas formas de interactuar a escala planetaria, algo hasta entonces inimaginable?

Empecé a pensar en escribir aquel libro en 1998. En aquella época impartía un curso de gestión avanzada en la Wharton School de la Universidad de Pensilvania. Presidentes de empresas de todo el mundo estaban empezando a analizar Internet para saber si era una amenaza o una oportunidad —o las dos cosas— para sus negocios. Fue entonces cuando empecé a reflexionar sobre algunas cuestiones. ¿Qué pasaría si millones de internautas empezaran a eludir los circuitos comerciales

tradicionales del mercado? ¿Y si crearan puntos de reunión virtuales y aprovecharan el carácter distribuido y colaborativo de Internet para crear economías de escala lateral y empezaran a compartir ideas, información e incluso objetos en un procomún, prescindiendo de los intermediarios, los beneficios y los márgenes de la cadena de valor típica del capitalismo, y reduciendo casi a cero el coste marginal de producir unidades adicionales? Amazon y eBay ya llevaban tres o cuatro años de actividad y habían dado una idea de los potenciales beneficios comerciales de colapsar el coste distribuido a lo largo de la cadena de valor en unos pocos actores que separaran al vendedor del comprador.

Más importante aún, Napster se acababa de fundar en 1999 y estaba llevando esas posibilidades a su siguiente nivel. Napster era una red entre iguales donde millones de personas compartían música gratuitamente en un procomún. De repente había nacido un modelo económico nuevo. En el plazo de unos años aparecieron otras redes para compartir archivos que llevaron la industria discográfica al borde del desastre.

Napster cambió las reglas del juego económico. Muchos vendedores y compradores desaparecieron y fueron sustituidos por proveedores y usuarios. La propiedad de los CD dejó paso al acceso a colecciones de música en Internet. El mercado discográfico sucumbió ante el procomún en red. Una industria de integración vertical controlada por un puñado de grandes discográficas se hundió bajo el peso colectivo de millones de compradores que se habían convertido en colaboradores en redes entre iguales.

¿Podría aquel fenómeno propagarse y acabar afectando a la variedad de empresas y sectores que estaban representados en mis clases? Cuando hice esta pregunta a los directivos que asistían a ellas, no supieron qué responder.

En *La era del acceso* reconocía que:

> [...] la sola idea de dejar atrás los mercados y el intercambio de propiedad —de que se pueda producir un cambio conceptual en la estructura de las relaciones humanas que cambie la propiedad por el acceso— es hoy tan inconcebible para muchas personas como debió serlo hace más de medio milenio el acotamiento y la privatización de las tierras y del trabajo con el fin de convertirlos en propiedad. [Con todo,] es probable que dentro de veinticinco años la idea misma de propiedad parezca limitada, e incluso anticuada, para un número cada vez mayor de empresas y consumidores.[27]

En los diez años que siguieron a la publicación de aquel libro continué planteando la misma pregunta a los directivos que asistían a mis clases de Wharton, y las respuestas del tipo «no sabría decir» se fueron reduciendo a medida que la preferencia por el acceso frente a la propiedad se fue extendiendo por todos los rincones de la cultura comercial. Las grandes transnacionales se están empezando a adaptar a este cambio generacional de la propiedad al acceso restando importancia a las ventas y enfocando su práctica comercial en la gestión de todos los aspectos de la cadena de valor de sus clientes, es decir, convirtiéndose en lo que ellas mismas llaman «proveedores de soluciones». Intentan seguir siendo importantes en un entorno económico que cambia con gran rapidez y donde los márgenes se reducen con la misma celeridad. Hoy quedan pocos sectores que no hayan sido afectados por este cambio de la propiedad al acceso y de los mercados al procomún en red, porque las generaciones jóvenes demuestran cada vez más el poder de la colaboración en la búsqueda de una sociedad de coste marginal casi nulo.

Hay muchos millones de personas que además de compartir automóviles y bicicletas también comparten su casa, su ropa,

sus herramientas, sus juguetes y su talento en procomunes en red. La economía del compartir surge por una combinación de razones. La debacle de la economía de la Segunda Revolución Industrial en el verano de 2008 fue un aviso. En los Estados Unidos y otros países, centenares de millones de familias se encontraron endeudados hasta las cejas por tener que pagar multitud de «cosas» que apenas usaban. La dura realidad es que cuando el barril de crudo llegó a 147 dólares en los mercados mundiales, el poder adquisitivo cayó y la economía se vino abajo enviando a millones de empleados a su casa con una carta de despido en la mano. Fue tanto el temor a sufrir otra Gran Depresión, que decidimos llamar a esta debacle «Gran Recesión». Sin una nómina y con pocas oportunidades, millones de familias rompieron la hucha y la hallaron vacía. Lo que sí tenían era una deuda astronómica que se había ido acumulando durante veinte años de consumo desenfrenado en la mayor fiebre consumista de la historia. Baste recordar que, en 2008, la deuda de las familias estadounidenses llegó a un máximo de 13,9 billones de dólares.[28] Para saldar esta deuda harán falta decenios y los economistas ya avisan de que es probable que la juventud de hoy nunca llegue a acercarse, ni por asomo, al nivel de vida de sus padres y abuelos.

Por primera vez, millones de familias empezaron a ser conscientes de todas las cosas que no necesitaban y que aún tenían que pagar, y más que preguntarse, «¿Por qué nos ha pasado esto?», se preguntaban simplemente, «¿Por qué?». Era una pregunta existencial colectiva, un examen muy profundo de la naturaleza de la vida moderna. La llamada «sociedad de consumo» acabó desembocando en una pregunta que medio mundo se hacía en silencio: «¿En qué estaría yo pensando?». Cada vez más personas empezaron a poner en entredicho el

valor de acumular más y más posesiones que añadían muy poco o nada a su sensación de felicidad y bienestar.

Al mismo tiempo, la población estaba siendo bombardeada por advertencias sobre los cambios climáticos catastróficos causados por dos siglos de una enorme actividad industrial que había creado una prosperidad fabulosa —la riqueza media de una persona de la clase media alta superaba la de los reyes y emperadores de solo cuatro siglos atrás— a expensas de la salud ecológica de la Tierra. ¿Iba esta riqueza a hacer que nuestros hijos y nietos cargaran con una deuda ecológica aún mayor y que nunca podrían saldar?

Las familias empezaron a darse cuenta de que las habían estafado, de que habían sido arrastradas a una adicción por una publicidad alimentada con miles de millones de dólares que las había sumido en la ruina y la desesperación. Fue un verdadero despertar colectivo que hizo que muchísimas personas se pararan en seco y empezaran a dar marcha atrás. La única salida era poner el sistema económico patas arriba: comprar menos, ahorrar más y compartir lo que se tiene con los demás. El consumo desenfrenado sería reemplazado por una economía del compartir.

De la noche a la mañana apareció un movimiento económico nuevo y poderoso, en gran parte porque los jóvenes tenían a su disposición un instrumento que les permitía extender con rapidez y eficacia este movimiento basado en compartir en un procomún mundial. El carácter distribuido y colaborativo de Internet permitió que millones de personas hallaran a otras con las que compartir lo que pudieran necesitar. Y así nació la economía del compartir, una forma diferente de economía que depende mucho más del capital social que del capital de mercado y que se alimenta más de la

confianza social en el procomún que de las fuerzas anónimas que rigen el mercado.

Rachel Botsman, exconsultora de General Electric e IBM formada en Oxford y Harvard que abandonó su carrera para unirse a la nueva economía del compartir, describe el camino que ha desembocado en el consumo colaborativo y observa que el Internet social ha pasado por tres etapas: en la primera, los programadores compartían *software*; en la segunda, la gente compartía su vida en Facebook y Twitter; y, en la tercera, la gente compartía el resultado de su creatividad en YouTube y Flickr. «Ahora hemos entrado en una cuarta etapa —afirma Botsman— en la que la gente dice: "puedo aplicar esa misma tecnología para compartir toda clase de activos del mundo real ajenos a Internet".»[29]

A esto me gustaría añadir que si bien el Internet de las comunicaciones tiene una función facilitadora, al fusionarse con el Internet de la energía y el Internet de la logística en los próximos años para dar lugar a una infraestructura de comunicación, energía y logística integrada y compartible —un Internet de las cosas— que pueda operar con un coste marginal casi nulo, otras formas de compartir como el alquiler, las redes de redistribución y los intercambios de carácter cultural, profesional y técnico crecerá de una manera extraordinaria. El día que esto suceda, la producción y el intercambio en colaboración dejarán de ser un sector marginal para ser el paradigma dominante, y el capitalismo será una reacción al procomún, y no al revés como sucede ahora.

Botsman describe así la «fisiología» del nuevo paradigma económico que crece entre nosotros:

> La gente practica cada día el consumo colaborativo en sus formas más tradicionales de compartir, comerciar, trocar, prestar, alquilar, regalar o

> permutar, pero redefinidas por la tecnología y las comunidades entre iguales. El consumo colaborativo hace que la gente sea consciente de las ventajas que supone acceder a productos y servicios en lugar de poseerlos, unas ventajas que se plasman en ahorro de dinero, espacio y tiempo, en la creación de nuevas amistades, y en la sensación de volver a formar parte de una ciudadanía activa [...]. Este sistema también ofrece ventajas desde el punto de vista medioambiental porque aumenta las eficiencias, reduce los residuos, estimula el desarrollo de productos mejores y elimina excedentes debidos a un exceso de producción y de consumo.[30]

Compartirlo todo

Muchas cosas que poseemos las usamos muy poco. Compartir habitaciones libres o incluso sofás se ha convertido en una actividad apreciada por un número creciente de entusiastas. Airbnb y HomeAway son dos de las muchas empresas de reciente creación que conectan a millones de personas con viviendas o habitaciones para alquilar con sus posibles clientes. Solo tres años después de su nacimiento en 2008, Airbnb contaba con 110.000 habitaciones disponibles en su sitio web y la lista crecía al ritmo asombroso de 1.000 habitaciones cada día.[31] A día de hoy, tres millones de usuarios de Airbnb han alquilado diez millones de noches de alojamiento en cerca de 33.000 ciudades de 192 países.[32] En 2012, los alquileres crecieron al ritmo vertiginoso de un 500 % anual, un crecimiento exponencial que cualquier gran cadena hotelera miraría con envidia, si no con absoluto terror.[33] Se calcula que, en 2014, Airbnb llenará más habitaciones por noche en todo el mundo que cadenas de hoteles tan venerables como Hilton o Intercontinental.[34]

Como otros intermediarios de la economía del compartir, Airbnb solo se queda una pequeña parte de la transacción entre

inquilino y propietario. Puede cobrar tan poco porque sus costes fijos son muy bajos y el coste marginal de cada operación adicional de alquiler es prácticamente nulo. Como todos los sitios para compartir que aparecen en la red, el potencial para el crecimiento lateral en Internet es tanto que, en solo unos años, empresas como Airbnb han podido ponerse a la altura de las grandes cadenas hoteleras del mundo e incluso superarlas.

Airbnb es una empresa privada que actúa en el procomún de Internet. CouchSurfing, su principal competidora, sigue un modelo diferente. Empezó como una organización sin fines lucrativos y siguió siéndolo hasta 2011. En aquel período se inscribieron 5,5 millones de personas de 97.000 ciudades de 207 países.[35] (Aunque nominalmente se convirtió en una sociedad con ánimo de lucro en 2012 sigue siendo un servicio gratuito que ofrece a los usuarios que lo deseen la opción de pagar una cuota de inscripción de 25 dólares.)[36] Los miembros de CouchSurfing se ofrecen mutuamente alojamiento gratuito.

Otra cosa que diferencia a CouchSurfing de Airbnb es que tiene una misión más social que comercial y alienta a sus socios a crear lazos de amistad que perduren tras las estancias. El objetivo es que los socios «compartan su vida con la gente que conocen para fomentar el respeto mutuo y el intercambio cultural».[37] Más del 99 % de los socios dicen haber tenido experiencias positivas,[38] y se calcula que de las estancias han nacido más de 19 millones de amistades. A su vez, participan en más de 40.000 grupos de interés relacionados con el intercambio de alojamiento.[39]

También ha tenido mucho éxito el alquiler de juguetes mediante iniciativas como Baby Plays, Rent That Toy! y Spark Box Toys. Por una pequeña suscripción de 25 a 60 dólares al

mes, estas sociedades envían de cuatro a diez juguetes cada mes a casa de los socios. Los juguetes se esterilizan cuando son devueltos en cumplimiento de la normativa sanitaria. Cualquier padre sabe que los niños suelen cansarse enseguida de los juguetes nuevos, que al final acaban en una caja, en un armario o en el desván cubriéndose de polvo. Gracias a estos juguetes compartidos, los niños aprenden desde muy pequeños que un juguete, más que ser una posesión, es una experiencia breve de la que disfrutar, y esto cambia su manera de ver los objetos físicos que usan.

Incluso la ropa, la más personal de todas las «cosas» físicas, está pasando de ser una posesión a ser un servicio. ¡Quién iba a decir que se alquilarían hasta corbatas! Tie Society, una empresa muy reciente con sede en la ciudad de Washington, cuenta con más de 300 corbatas de diseño que si se compraran costarían un ojo de la cara. Por once dólares al mes, los usuarios de este servicio reciben una selección de corbatas esterilizadas que pueden cambiar cada mes.[40]

En el ámbito de la moda femenina, Rent The Runway, I-Ella, MakeupAlley, Avelle y docenas de sitios web similares ponen en contacto a mujeres que poseen vestidos, bolsos y joyas exclusivas con usuarias que alquilan estos artículos por una mínima parte de su precio de venta.

Las redes de alquiler han tenido un éxito espectacular, y lo mismo ha sucedido con las redes de redistribución. A nadie le sorprende que una generación que ha crecido reciclando objetos de plástico, vidrio y papel haya decidido reciclar los artículos y productos que posee. La noción de optimizar la vida útil de estos objetos para reducir la necesidad de producir más artículos que se quedan a medio usar, está muy arraigada en los

jóvenes que ven en la sostenibilidad otra forma de moderación en el consumo.

The Freecycle Network (TFN) fue uno de los primeros procomunes para el reciclaje de productos. Esta asociación sin ánimo de lucro, que cuenta con nueve millones de socios de 85 países, se organiza en 5.000 grupos locales cuyos miembros comunican la disponibilidad gratuita de artículos y productos desechados para que los puedan usar otros miembros de la comunidad. Según los fundadores de TFN, su modelo de procomún está «cambiando el mundo de regalo en regalo».[41]

ThredUP es otra red de redistribución muy popular que cuenta con 400.000 miembros. Aunque empezó reciclando ropa infantil, hace poco ha ampliado su actividad a la ropa para mujer.[42] Según ThredUp, un niño normal desecha una media de 1.360 prendas de vestir a medida que aumenta de talla hasta los 17 años.[43] Cuando la ropa de un niño se queda pequeña, los padres la introducen en una bolsa ThredUP que dejan en la entrada. Luego, ThredUP la recoge y paga los gastos de envío. Cuando ThredUP encuentra un hogar con un niño que puede aprovechar esa ropa, el «proveedor» recibe unos vales de la tienda de ThredUP que puede cambiar por ropa «nueva» de segunda mano de la talla de su hijo. ThredUP vende ropa de segunda mano con un descuento de hasta el 75 %, y las prendas, en lugar de usarse y tirarse, circulan por muchas manos y disfrutan de una vida útil muy larga. ThredUP debe su éxito a la capacidad de Internet para unir a centenares de miles de proveedores y usuarios en una red distribuida de escala lateral. Los socios pueden mirar miles de productos en los estantes y percheros virtuales de su sitio web para encontrar la prenda idónea para sus hijos. ThredUP recibe cerca de 385.000 visitas

al mes y en 2012 vendió más de 350.000 artículos. Los pedidos están creciendo a un ritmo asombroso del 51 % cada mes.[44]

¿Quién se podría oponer a esta idea de una economía del compartir y de un consumo colaborativo? Estos nuevos modelos económicos son muy positivos porque compartir representa lo mejor de la naturaleza humana. Además de ser muy encomiable, la meta de reducir el consumo compulsivo y fomentar la moderación y un estilo de vida sostenible es esencial para garantizar nuestra supervivencia.

Pero incluso aquí hay ganadores y perdedores. El sistema capitalista que aún predomina cree que puede sacar beneficio de la economía colaborativa apropiándose de aspectos de la cultura del compartir para convertirlos en nuevas líneas de negocio. Sin embargo, los beneficios que puedan extraer de los procomunes en red no podrán compensar las pérdidas que acabarán sufriendo.

Aunque las grandes cadenas hoteleras siguen llenando sus habitaciones, ya ven que este mercado se reduce día a día porque millones de jóvenes recurren a Airbnb y CouchSurfing. ¿Cómo pueden competir estas cadenas, con sus elevados costes fijos, con tantos millones de alojamientos privados que se comparten con un coste marginal casi nulo?

Minoristas de toda clase que ya se ven con el agua al cuello porque sus márgenes de beneficio son cada vez más exiguos, también están en desventaja frente a una economía del compartir donde la ropa, los electrodomésticos y otros aparatos, los juguetes, las herramientas y miles de cosas más se aprovechan continuamente gracias a redes de alquiler y redistribución. Alargar la vida útil de muchos productos pasándolos de un usuario a otro reduce significativamente las ventas de productos nuevos.

Fui consciente del dilema de los minoristas cuando supe de un nuevo sitio web para compartir llamado Yerdle que nació en 2012. Los fundadores son veteranos del movimiento por la sostenibilidad con fuertes vínculos con el mundo de los negocios: Adam Werbach había sido presidente del Sierra Club y Andy Ruben había sido director de sostenibilidad de Walmart. Yerdle empareja amigos de Facebook que tienen cosas sin usar y que desean regalar o vender. Además de ropa, los socios de Yerdle pueden intercambiar prácticamente de todo: teléfonos móviles, ordenadores, equipo deportivo, enseres de cocina, accesorios para animales de compañía... cualquier cosa que se pueda imaginar.

De momento, las comunidades Yerdle son locales y varios amigos de Facebook pueden unirse y crear un espacio común si tienen al menos 50 productos que compartir. Algunos de estos grupos tienen varios miles de artículos catalogados y hacen las veces de mercadillos donde los «amigos» exponen lo que quieren compartir. Yerdle no cobra por las transacciones, pero los amigos suelen tener que abonar los gastos de envío. A medida que Yerdle se vaya extendiendo, sus grupos locales abarcarán más territorio y los artículos se podrán vender a desconocidos y no solo a amigos. Para cubrir los costes de operación, Yerdle ha previsto cobrar una pequeña cantidad por cada transacción.

El plan de Yerdle, como el de muchos otros, ayuda a fomentar la idea de una economía circular donde todo se recicla y se reutiliza y nada se envía al vertedero antes de tiempo. La lógica de este comercio sostenible tiene todo el sentido, aunque se complica cuando los fundadores intentan redefinir el papel de los minoristas. Según Werbach, «si puedes pedir al vecino que te deje la sierra mecánica, lo que debe hacer el minorista es ayudarte en lo que quieres hacer, no

venderte otra sierra».[45] Puede que tenga razón, aunque no es muy probable que los minoristas estén de acuerdo.

Werbach y Ruben impulsan la idea de que «compartir es más divertido que comprar», una idea con la que están de acuerdo cada vez más personas, aunque es muy dudoso que también lo esté una gran cadena minorista como Walmart. Aun así, decididos a encontrar al menos un nicho comercial que pueda atraer a las cadenas de grandes superficies, Werbach y Ruben plantean algunos casos donde las cadenas podrían sacar provecho de este movimiento basado en compartir en lugar de comprar. Supongamos que un miembro de Yerdle quiere ir de camping por primera vez pero no se quiere gastar 500 dólares o más para comprar el equipo antes de saber si disfrutará de la experiencia. Este usuario podría empezar con un equipo de acampada disponible en Yerdle. Si algún minorista colaborara con Yerdle o lo patrocinara, el usuario, ya convertido en un campista convencido, podría comprarle un equipo nuevo y más caro a él y entrar, de este modo, en el circuito comercial. Repito que esto es a lo que aspiran muchos de los jóvenes empresarios sociales que están a caballo entre el mercado capitalista y el procomún social. La cuestión fundamental para ellos es a qué carta quedarse. El procomún de coste marginal prácticamente nulo, ¿se ve básicamente como una nueva oportunidad de negocio que el mercado puede explotar, como sostienen Chris Anderson y otros? ¿O bien es un fin en sí mismo —un nuevo paradigma económico— con aplicaciones indirectas que pueden corresponder al ámbito del mercado? No tengo ninguna duda de que la mayoría de los empresarios sociales entran en la segunda categoría, aunque su deseo es encontrar al menos una manera responsable de introducir el

sistema capitalista convencional en el procomún en red que se está formando.

Según Neal Gorenflo, cofundador y editor de *Shareable*, una publicación en Internet sin ánimo de lucro que informa sobre los avances en la economía del consumo colaborativo, las ventas del sector minorista de los Estados Unidos fueron de 4,7 billones de dólares en 2011, mientras que el consumo colaborativo representó un volumen de ventas de unos 100.000 millones de dólares el mismo año. Gorenflo se preguntaba qué podrían hacer los minoristas para aprovechar su enorme poder comercial y hacer del consumo colaborativo algo normal.[46]

La propuesta de Gorenflo es un sistema de seguimiento que permitiría a los minoristas seguir captando parte de los ingresos que generaran los artículos que vendieran al ir pasando de un usuario a otro en la economía del compartir. El acto mismo de comprar al minorista sería «la entrada a un mercado colaborativo que gestionaría los productos a lo largo de una vida útil que incluiría a varios propietarios y usuarios».[47] Cada artículo llevaría un identificador que, a modo de crónica de su viaje de un usuario a otro, codificaría los datos de cada transacción. Los grandes minoristas podrían crear un «megamercado» en Internet donde los compradores podrían detallar los artículos que desearan intercambiar o alquilar. Gorenflo sostiene que este sistema permitiría que los usuarios controlaran la gestión de sus posesiones y les ofrecería el mercado más grande del mundo para compartirlas. Añade que «estaría encantado de pagar una pequeña cantidad en cada transacción por este servicio»[48] y cree que en estas condiciones todo el mundo saldría ganando.[49] Los minoristas seguirían ganando dinero durante toda la vida útil de un producto. Por otro lado, también les podría interesar comercializar parte de

sus productos como un servicio por cuotas, lo que los situaría en el centro de la economía del compartir. Cobrar durante toda la vida útil de un producto también alentaría a los minoristas a mejorar la calidad y la durabilidad de sus productos. El usuario se beneficiaría del coste más bajo de acceder a un producto por un tiempo limitado en comparación con el de comprarlo sin límite de tiempo, y también se sentiría parte de una economía basada en el compartir más amplia, menos derrochadora y más sostenible.

Es una idea interesante, porque, sin duda, ofrece a los minoristas un papel que desempeñar, pero se parece más a echarles un hueso que a brindarles una oportunidad de oro. Sea cual sea la cantidad que reciban por cada transacción durante la vida útil de un producto que hayan vendido inicialmente, será insignificante en comparación con las pérdidas que les supondrá el hecho de que millones de personas compartan productos ya comprados y no compren productos nuevos. Repito que el mercado capitalista podrá sacar algún provecho del procomún, pero se irá recluyendo en nichos cada vez más reducidos a medida que la economía social vaya desplazando a la economía de mercado.

Incluso se comparten huertos domésticos. El sitio web SharedEarth fue fundado por Adam Dell, un empresario de Internet. Dell quería tener un huerto en su casa de Austin, Texas, pero como carecía de tiempo y experiencia, en 2010 publicó este anuncio en Craigslist: «Pongo la tierra, el agua y el material a cambio de que alguien cuide el huerto; cada uno se quedará la mitad de lo que produzca». Llegó a un acuerdo con una mujer a la que le encantaba la horticultura pero que vivía en un piso.[50]

Como la mayoría de los profesionales que conocen bien Internet, Dell supo ver el potencial de dar a conocer su experiencia en la red. En solo cuatro meses, la superficie compartida de SharedEarth pasó de 75.000 metros cuadrados a 2.300.000. Dell se imagina millones de hectáreas de terreno sin usar transformadas en un procomún hortícola:

> Creo que SharedEarth puede tener un gran impacto y espero que sea así. Imaginemos que llegamos a tener cinco millones de hectáreas de terreno productivo: se generaría mucho oxígeno, se consumiría mucho CO_2 y se producirían muchos alimentos.[51]

Aunque SharedEarth aún no representa una amenaza para la agricultura convencional, Dell está más que convencido de que si muchos horticultores pudieran acceder a terrenos sin aprovechar producirían alimentos ecológicos de calidad. Espera que iniciativas como la suya contribuyan a sustituir la agricultura centralizada y vertical, con productos que se transportan a grandes distancias, por una agricultura local, distribuida y de escala lateral, un cambio que supondría una gran mejora en cuanto a eficiencia.

Dell añade que: «Somos un servicio gratuito. ¡No tenemos modelo de negocio!». Aquí me permitiré hacer una corrección: SharedEarth sí que tiene un modelo de negocio, y se llama procomún.[52]

Además de estos «microhorticultores» que comparten lo que producen, una generación de agricultores propiamente dichos comparten sus cosechas con consumidores urbanos. La llamada agricultura sostenida por la comunidad (ASC) nació sin pena ni gloria en Europa y en Japón en los años sesenta, pero despegó con mucha fuerza en los Estados Unidos y en otros países en los años noventa gracias a la popularización de Internet. Los consumidores urbanos anticipan una cantidad fija de dinero a

varios agricultores locales al principio de la temporada para sufragar los costes correspondientes. En el fondo, los consumidores son como accionistas. A cambio, los agricultores van enviando productos al domicilio de los consumidores o a un centro de distribución a lo largo de la temporada. Si la cosecha es buena, los «accionistas» reciben más productos. Y si la cosecha es mala por cualquier causa natural, los consumidores también participan de las pérdidas recibiendo menos productos.

El hecho de que los consumidores compartan este riesgo con los agricultores crea una relación de confianza mutua y genera capital social. Además, el hecho de prescindir de los intermediarios de las operaciones agrícolas convencionales de integración vertical reduce radicalmente el coste de los productos para el consumidor.

Muchas iniciativas ASC aplican técnicas ecológicas de cultivo que eliminan los elevados costes medioambientales y económicos derivados del empleo de pesticidas y de abonos químicos. Los costes energéticos y medioambientales aún se reducen más al eliminar el transporte a grandes distancias y los envases de plástico.

Internet ha hecho mucho por la ASC facilitando la relación entre agricultores y consumidores en redes entre iguales. Las webs de ASC locales también permiten que estén en contacto permanente y compartan información sobre el rendimiento de los cultivos y los detalles de las entregas. La ASC sustituye a los proveedores y compradores del mercado convencional por asociaciones de agricultores y consumidores que intercambian productos en un procomún social. En cierto modo, los consumidores se convierten en prosumidores porque financian los medios de producción de lo que consumen. Hay miles de entidades ASC por todo el mundo y su número no para de

crecer porque las nuevas generaciones se sienten cómodas al llevar más y más operaciones comerciales a la economía social del procomún.

El procomún de la medicina y la salud

Si compartir cama, ropa o alimentos atañe a los aspectos más personales de la vida cotidiana, compartir información médica en el procomún de Internet afecta a un ámbito aún más íntimo y personal. Millones de personas permiten un acceso libre a los detalles de su historial clínico y de su estado actual y comparten información sobre síntomas, diagnósticos y tratamientos, contribuyen a la búsqueda de tratamientos nuevos, colaboran en grupos de apoyo e impulsan iniciativas para instar a los Gobiernos, las compañías de seguros y la comunidad médica a replantearse sus supuestos y protocolos en todos los ámbitos de la sanidad. En los Estados Unidos, donde los costes sanitarios suponen el 17,9 % del PIB, los pacientes se unen en un procomún gigante de la sanidad que corre paralelo a la economía de mercado y sacude los cimientos de la teoría y la práctica de la medicina.[53]

La asistencia médica, que tradicionalmente ha sido una relación privada entre médico y paciente en la que el primero prescribía y el segundo obedecía con pasividad, de repente se ha convertido en una relación entre iguales distribuida y de escala lateral donde pacientes, médicos, investigadores y otros profesionales de la salud colaboran en procomunes en red abiertos con el fin de fomentar la atención al paciente y la buena salud de la sociedad.

El procomún de la sanidad empezó casi por casualidad cuando más y más personas empezaron a buscar en Internet información sobre sus síntomas para encontrar un diagnóstico preciso de su enfermedad y entraron en contacto con otras

personas que padecían enfermedades similares y con las que podían compartir información. Las ya diagnosticadas daban a conocer sus historias clínicas en diversos sitios web de medicina esperando recibir respuesta de otras personas con historias similares. Otras, insatisfechas con el tratamiento prescrito por los médicos, buscaban a personas con dudas similares esperando obtener información sobre tratamientos alternativos. Y otras buscaban información sobre los efectos secundarios de los medicamentos que tomaban, sobre todo si los combinaban con otros. Personas con enfermedades crónicas o muy graves con tratamientos inadecuados o inexistentes empezaron a unirse en la búsqueda de posibles soluciones. Las más inclinadas al activismo creaban grupos de apoyo y asociaciones de afectados para dar a conocer su enfermedad a la opinión pública y reclamar más fondos públicos para la búsqueda de tratamientos.

Hoy existen muchas redes sociales donde millones de personas se ayudan mutuamente con el objetivo de mejorar la asistencia médica y la salud pública. Algunas de las más populares son PatientsLikeMe, ACOR, LAM Foundation, Cure Together, Life Raft Group, Organization for Autism Research, Chordoma Foundation y LMSarcoma Direct Research.

Muchas de estas redes han nacido de personas afectadas por enfermedades raras que han sido objeto de poca atención a la hora de investigar posibles tratamientos. Un ejemplo es la linfangioleiomiomatosis o LAM, una enfermedad mortal y muy rara provocada por un fallo en una vía celular que regula el crecimiento de las células. Este fallo lesiona los pulmones de las mujeres jóvenes afectadas y se asocia a varios tipos de cáncer como los melanomas y el cáncer de mama.

En 2005, Amy Farber, entonces estudiante de la Harvard Medical School y hoy miembro de su cuerpo docente, fue

diagnosticada de LAM y se le dijo que un embarazo podría acelerar la enfermedad. Intentando hallar un tratamiento o una cura en el campo de la investigación convencional, Farber descubrió que esta enfermedad prácticamente no se había estudiado salvo por algunos intentos esporádicos, inconexos y con poco o ningún espíritu de colaboración. Frustrada ante la falta de avances en el estudio de la LAM, Farber contactó con el doctor George Demetri, investigador del cáncer y profesor de la Harvard Medical School, que se había interesado en utilizar Internet para que pacientes de todo el mundo con tipos raros de cáncer pudieran compartir ideas y experiencias. Demetri esperaba que esta información pudiera revelar una especie de «saber colectivo» sobre la naturaleza y el curso de estas enfermedades que sirviera de base para idear protocolos de tratamiento. Más adelante, Farber y Demetri se unieron a Frank Moss, director del MIT Media Lab, y de su colaboración nació <thelamfoundation.org>, un sitio web donde los pacientes informan sobre su estado. Los datos de estos informes se analizan para ayudar a los investigadores a desarrollar nuevas vías de estudio. Esta forma de investigación basada en numerosos informes difiere sustancialmente de las pruebas controladas aleatorias (PCA) que se usan en la investigación convencional y que además de exigir mucho tiempo y dinero se diseñan y se realizan con un enfoque jerárquico donde los pacientes son sujetos pasivos. La web LAM, al igual que otras iniciativas de investigación en el procomún de la sanidad, recopila el saber colectivo de los pacientes que luego sirve de base para el desarrollo de protocolos de investigación. Según Moss, «en el fondo, convertimos a los pacientes en científicos y cambiamos el equilibrio de poder entre médicos y científicos por un lado y pacientes por otro».[54]

La Association of Cancer Online Resources (ACOR), creada por Gilles Frydman, ha llevado un poco más allá esta idea con un procomún médico más exhaustivo en el que más de 600.000 pacientes y profesionales participan en 163 comunidades virtuales. Si la web LAM reúne informes de pacientes para que los investigadores desarrollen protocolos, los pacientes y profesionales de ACOR comparten información científica y participan conjuntamente en «la organización y el desarrollo de nuevas metodologías para recopilar y agregar datos con el objetivo final de guiar la investigación sobre una enfermedad».[55] También se ocupan de recaudar fondos para la investigación. Estos «ePacientes» están creando lo que Frydman llama un «modelo de medicina participativa» que une a todas las partes —pacientes, investigadores, médicos, fabricantes de equipo médico, cuidadores, farmacéuticos y otros profesionales de la sanidad— en un procomún donde colaborar para optimizar la atención a los pacientes.

Esta forma de investigación impulsada por los pacientes también empieza a tener cierta presencia en el sanctasanctórum de la ciencia. Algunas comunidades de ePacientes han creado bancos de tejidos y otras muestras. Otras han creado líneas celulares para la investigación. Y otros han establecido registros de pacientes y redes de ensayos clínicos.[56]

PatientsLikeMe, una iniciativa de esta clase en la que participan más de 200.000 pacientes de 1.800 enfermedades, publicó el primer estudio observacional basado en pacientes que refutaba la conclusión de un estudio convencional según la cual el carbonato de litio podía reducir el avance de la esclerosis lateral amiotrófica (ELA).[57] La organización «desarrolló un algoritmo nuevo para comparar pacientes que tomaban litio con otros pacientes de ELA».[58] Tras hacer un

seguimiento a 348 pacientes de ELA que tomaban litio, hallaron que «en estos pacientes, el litio no tiene ningún efecto observable en el avance de la enfermedad».[59]

Aunque esta metodología no se puede equiparar al estudio clínico controlado de doble ciego, su rapidez y su coste reducido la convierten en un recurso nuevo y eficaz para la investigación. Norman Scherzer, de Life Raft Group, un procomún dedicado a los tumores del estroma gastrointestinal (TEG), explica la razón de que tantos pacientes adopten este enfoque de la investigación basado en el procomún:

> Una de las grandes ventajas de esta metodología es su rapidez. Podemos dar información vital a personas que la necesitan de inmediato, con mucha más rapidez que los investigadores profesionales que deben seguir una serie de pasos que exigen mucho tiempo [...] [incluso] varios años. Dicho de otro modo, la investigación profesional supone una distancia que puede ser mortal entre el momento en que alguien tiene noticia de un avance médico importante y el momento en que se da a conocer a todo el mundo.[60]

Además, los estudios clínicos controlados de doble ciego son muy costosos y los estudios observacionales basados en los pacientes que utilizan grandes datos y algoritmos para descubrir pautas e impactos se pueden llevar a cabo con un coste marginal casi nulo.

Aunque todavía se halla en una fase incipiente, esta aproximación a la investigación basada en la filosofía del código abierto carece de la verificación que el lento proceso de revisión profesional impone a las pruebas controladas aleatorias convencionales. Sus partidarios son conscientes de esta carencia, pero tienen plena confianza en que será posible crear métodos de verificación adecuados mediante un proceso muy similar al que sigue Wikipedia para verificar y validar sus

artículos. Hoy por hoy, Wikipedia tiene 19 millones de colaboradores y miles de usuarios comprueban y pulen los artículos para que su exactitud sea comparable a la de otras enciclopedias. Wikipedia, la enciclopedia del conocimiento mundial, es la octava web más visitada y atrae a millones de internautas de todo el mundo.[61]

Los partidarios de los procomunes médicos nos recuerdan que cuando nació Wikipedia los académicos dijeron que la democratización de la investigación especializada pondría en grave peligro el elevado nivel de calidad académica que exige la compilación de una enciclopedia. Pero ha quedado muy claro que aquel temor era injustificado. Los partidarios de la investigación basada en los pacientes no ven por qué no habría de suceder lo mismo con esta metodología si se siguen unos protocolos científicos rigurosos.

Todos sabemos de medicina

También hay indicios claros de que la nueva generación de médicos empieza a apuntarse a este movimiento. Dan Hoch, un neurólogo especializado en la epilepsia del Massachusetts General Hospital, escribió un artículo muy interesante sobre su «conversión» a esta metodología. En dicho artículo, Hoch reconocía que en la profesión médica siempre ha habido la «prohibición tácita» de que los pacientes pudiesen colaborar por temor a que los médicos pudiesen verse desautorizados. Como él mismo afirmaba, «tenía la incómoda sensación de que fomentar la interacción entre los pacientes y restar importancia al papel central del médico equivalía a violar una especie de tabú».[62]

Hoch decidió visitar una web de apoyo a afectados de epilepsia llamada BrainTalk Communities, que había sido creada por John Lester, un colega de Hoch que trabajaba en el

mismo hospital. En aquella época, BrainTalk acogía gratuitamente a más de 300 grupos de afectados de diversas enfermedades neurológicas como la enfermedad de Alzheimer, la esclerosis múltiple, la enfermedad de Parkinson, la corea de Huntington o la epilepsia. Más de 200.000 personas de todo el mundo visitan regularmente el sitio web de BrainTalk.

A Hoch le sorprendió constatar que, contra lo que sospechaba, solo el 30 % de los mensajes de los usuarios tenían relación con el apoyo emocional; el 70 % restante eran para intercambiar información sobre la enfermedad, sobre los tratamientos y los efectos secundarios, y sobre la manera de afrontarla en el día a día. Le interesó mucho ver que los miembros se corregían mutuamente cualquier información dudosa o carente de fundamento. Lo que más le sorprendió a Hoch fue darse cuenta de que «un grupo en la red como el dedicado a la epilepsia de BrainTalk Communities no solo es mucho más "inteligente" que cualquier paciente por sí solo, sino que también es más "inteligente", o al menos más exhaustivo, que muchos médicos, incluyendo especialistas».[63]

Hoch acababa su artículo con esta descarnada confesión:

> Se me había enseñado que los pacientes solo podían ser «empoderados» por sus médicos [...], y ahora tengo muy claro que cada vez hay más pacientes totalmente capaces de empoderarse por su cuenta con o sin el beneplácito de los médicos que los atienden.[64]

Actualmente existen centenares de procomunes médicos en Internet. Es probable que su número aumente de una manera espectacular en pocos años porque cada vez hay más países que recurren al uso de registros médicos electrónicos para agilizar la prestación de servicios sanitarios. En 2009, el Gobierno estadounidense subvencionó con 1.200 millones de dólares a los servicios sanitarios del país para que digitalizaran sus

registros.[65] El uso de estos bancos de datos por parte de los procomunes médicos —con las medidas necesarias para garantizar la privacidad— podría revolucionar el campo de la asistencia sanitaria.

El potencial de estos bancos de datos para hacer frente a problemas sanitarios se puso de manifiesto en el invierno de 2013, cuando una epidemia de gripe se propagó con rapidez por todo el mundo. Google pudo hacer un seguimiento en tiempo real de la propagación y la intensidad de la epidemia analizando las búsquedas de los usuarios relacionadas con ella. Aunque unos análisis posteriores revelaron que Google había sobreestimado la intensidad de la epidemia, en parte porque la gran cobertura que le habían dedicado los medios de comunicación —sobre todo las redes sociales— hizo que muchas más personas buscaran información sobre la gripe, el seguimiento que hizo fue tan fiable como mecanismo de alerta que los U.S. Centers for Disease Control nombraron a Google colaborador oficial de sus programas de vigilancia.[66]

En el caso de una epidemia, hacer un seguimiento de su propagación en tiempo real es fundamental para controlarla. La capacidad de movilizar los servicios de asistencia, de garantizar la disponibilidad y la administración de las vacunas y de alertar al público puede incidir de una manera decisiva en la gravedad de una epidemia. El sistema de vigilancia tradicional suele dedicar de una a dos semanas a reunir datos de médicos de todo el país sobre los pacientes que han atendido. Para entonces, un virus como el de la gripe puede hallarse en su punto álgido o incluso estar en remisión. Pero Google lleva un registro de las personas que buscan en Internet para ver si sus síntomas coinciden con los de la enfermedad, en muchas ocasiones días antes de acudir al médico.

Twitter también podría contribuir a este seguimiento. Sus usuarios envían más de 500 millones de tuits o mensajes al día. Muchas personas que no se encuentran bien «tuitean» su estado a parientes o amigos varias horas antes de que una enfermedad como la gripe las afecte, ofreciendo información en tiempo real sobre su propagación.

De momento, los epidemiólogos creen que estos medios de seguimiento complementan los métodos ya contrastados. Aun así, se va extendiendo la idea de que refinar los algoritmos para filtrar el ruido y hacer una lectura más precisa de los datos hará que el seguimiento por parte de Google y Twitter sea más fiable, y conseguirá que estos sistemas tengan un papel decisivo para vigilar y contener epidemias virulentas.[67] El uso de grandes datos para el seguimiento de epidemias mundiales y para prevenir contagios permitirá ahorrar miles de millones de dólares en asistencia sanitaria cuando el coste marginal del sistema de seguimiento se acerque a cero.

A medida que los investigadores del nuevo campo de la medicina genómica van conociendo mejor los vínculos entre las anomalías genéticas y los factores ambientales que las activan, son también más conscientes de que si bien las enfermedades se pueden clasificar en categorías generales —como cáncer de mama, leucemia o enfermedad pulmonar— la enfermedad de cada persona es singular aunque se diagnostique con una de estas etiquetas generales. La medicina genómica impulsa un nuevo enfoque personalizado a la enfermedad que trata la dolencia de cada persona como si fuera una enfermedad «aislada».

La caída de los costes de secuenciar ADN permite crear una biblioteca de grandes datos que cualquier persona podría usar para entrar en contacto con otras personas que tengan un perfil

de ADN similar al suyo. En el futuro, cuando las bases de datos de ADN se expandan y se pueda acceder a todas las secuencias de ADN, millones de personas podrán coincidir con otras que compartan rasgos genéticos con ellas en redes médicas especializadas para intercambiar experiencias sobre sus enfermedades y colaborar en la búsqueda de tratamientos. Estos procomunes médicos más especializados podrán tener el peso suficiente para que la opinión pública sea consciente de las enfermedades, para impulsar su estudio por parte de universidades, Gobiernos y empresas, y para recaudar fondos para realizar sus propias investigaciones y pruebas clínicas y desarrollar sus propios tratamientos.

Estos grupos de personas con perfiles genéticos comunes también podrán usar estas bases de datos para comparar sus estilos de vida —hábitos alimenticios, consumo de tabaco y alcohol, regímenes de ejercicio y entornos laborales— y definir con más precisión la correlación entre diversos factores ambientales y sus propensiones genéticas. Puesto que estos grupos incluirán una historia cronológica de sus miembros desde antes del nacimiento hasta la vejez y la muerte, es indudable que se crearán algoritmos para definir posibles riesgos en las distintas etapas de la vida y determinar así el tratamiento más eficaz.

Calculo que a mediados de este siglo, o incluso antes, cualquier persona podrá tener acceso a un procomún médico mundial. Tras introducir en un motor de búsqueda su perfil genético, podrá encontrar un grupo de genomas similares y recibir una relación detallada de los riesgos que puede correr su salud a lo largo de la vida y de los tratamientos médicos personalizados más efectivos si los necesitara, todo ello con un coste marginal casi nulo.

El trasplante de órganos es uno de los procedimientos médicos más caros, pero los recientes avances en el campo de la medicina abren la posibilidad de reducir su coste sustancialmente. En un futuro no muy lejano los tejidos u órganos «de recambio» que se necesiten se podrán crear mediante impresoras 3D, también con un coste marginal muy bajo o casi nulo. La impresión 3D de partes del cuerpo humano ya es una realidad. Hace poco, el Wake Forest Institute for Regenerative Medicine de Carolina del Norte ha imprimido un prototipo de riñón humano formado por células vivas.[68] Organovo, una empresa biotecnológica de San Diego, ha usado la bioimpresión 3D para imprimir una sección funcional de tejido hepático humano.[69] Investigadores del ARC Centre of Excellence for Electromaterials Science de la Universidad australiana de Wollongong experimentan con el empleo de procesos 3D para imprimir células musculares y nerviosas en tejidos vivos. Cameron Ferris, investigador del ARC Centre, explica cómo funciona la bioimpresión: «Es la misma tecnología que las impresoras de inyección de tinta, pero en lugar de tinta usamos distintas clases de células».[70] Injertar a un paciente un tejido impreso con células propias evitará el rechazo que suelen sufrir los injertos de donantes.

Se espera que la bioimpresión 3D de tejidos como parches cardíacos, fibras nerviosas, segmentos de vasos sanguíneos o cartílagos de articulaciones sea habitual dentro de unos diez años. La bioimpresión 3D de órganos completos tardará un poco más.

Stuart Williams, del Cardiovascular Innovation Institute de Louisville, Kentucky, mezcla células de tejido adiposo obtenidas por liposucción con un adhesivo y utiliza esta mezcla como material para imprimir un corazón. Williams cree que en

diez años será posible imprimir en 3D un corazón «biofícial».[71] Según Gordon Wallace, del ARC Centre of Excellence for Electromaterials Science de la Universidad de Wollongong, «es posible que en 2025 podamos fabricar órganos completos, plenamente funcionales y personalizados para cada paciente».[72] Es probable que la bioimpresión 3D de «recambios» de partes del cuerpo sea una realidad en los próximos decenios. Como en otras formas de impresión 3D, el coste de producir estos recambios biológicos caerá en picado cuando esta nueva tecnología se extienda lo suficiente.

Los costes elevados de la asistencia médica de hoy —que además de cara es primitiva y tendente al error— serán cosa del pasado en una cultura basada en los grandes datos y en una sociedad de coste marginal cercano a cero.

Como la democratización de la información en Internet, la democratización de la electricidad en el Internet de la energía, la democratización de la fabricación mediante la impresión 3D de código abierto, la democratización de la enseñanza superior mediante los MOOC y la democratización del intercambio en la economía del compartir, la posible democratización de la asistencia médica en la web añade otro nivel a la economía social y hace del procomún colaborativo una fuerza cada vez más importante en la sociedad.

El final de la publicidad

La economía del compartir en el procomún también está dando lugar a la reestructuración radical de uno de los elementos básicos de la economía tradicional de intercambio en el mercado. La publicidad ha sido la fuerza motriz del sistema capitalista desde sus inicios. Antes de la era capitalista, cuando la actividad económica seguía una recta en lugar de una curva ascendente, los seres humanos estaban condicionados para

trabajar solo las horas suficientes para poder sobrevivir. El ahorro era casi inexistente. La Primera Revolución Industrial provocó un aumento espectacular de la producción y un aumento paralelo de los salarios. La misión que cumplía la publicidad era garantizar que los obreros gastaran enseguida aquellos salarios comprando los productos que ellos mismos habían fabricado. Si la mano invisible de Smith existe, seguramente es la capacidad de la publicidad para conseguir que la demanda siga el ritmo de la oferta. Y eso no es tarea fácil.

Recordemos que hasta principios del siglo XX el verbo «consumir» tenía connotaciones negativas porque estaba muy asociado a los efectos de la tuberculosis. Incluso en los diccionarios de hoy vemos que entre sus primeras acepciones se define como «destruir, extinguir o desgastar». Pero en la década de 1920, con la aparición de la publicidad moderna, perdió estas connotaciones negativas y pasó a expresar una aspiración social. La industria publicitaria reorientó la psique popular y acabó con la muy antigua tradición de la moderación en favor de una cultura nueva que celebraba el derroche y despreciaba el ahorro. Consumir se convirtió en una señal de éxito, en el ideal de lo que significaba ser moderno. En la segunda mitad del siglo XX, la sociedad de consumo acabó desplazando a la sociedad civil como comunidad primaria en la que forjar la identidad social y a la que rendir tributo. No es de extrañar que justo después de los ataques del 11-S al World Trade Center y al Pentágono, el presidente Bush se dirigiera a un país aterrorizado diciendo que «la economía de los Estados Unidos seguirá abierta a los negocios» y que instará a los consumidores a visitar Disney World.[73]

Los ingresos del sector publicitario estadounidense en 2012 ascendieron a 153.000 millones de dólares. Aquel mismo año, los ingresos mundiales del sector totalizaron 479.900 millones de dólares.[74] La industria publicitaria parece ir viento en popa, pero quienes trabajan en ella ya empiezan a preocuparse porque ven que millones de ciudadanos dejan de ser consumidores pasivos y se convierten en prosumidores de información, conocimiento, entretenimiento, energía y, muy pronto, de productos impresos en 3D.

Estas mismas personas, que ya empiezan a ser multitud, minimizan sus compras en el mercado porque comparten las cosas que ya poseen en una economía basada en colaborar y compartir. Prefieren el acceso antes que la propiedad y usan cualquier cosa, desde automóviles a artículos deportivos, de una manera puntual, cuando lo necesitan. Además, la mayor parte de esta actividad se lleva a cabo en el procomún abierto de Internet donde el coste marginal de intercambiar información es casi nulo. Los jóvenes de esta generación se desligan sin hacer ruido del mercado capitalista tradicional en un movimiento que si bien aún no tiene la dimensión de un *tsunami*, crece a un ritmo exponencial y de una manera que parece irreversible.

Esto significa que el mercado de consumo al que sirve la publicidad se va reduciendo. Y puesto que la economía social del procomún es distribuida, colaborativa y entre iguales, las decisiones económicas están menos determinadas por las campañas publicitarias que por las recomendaciones, las revisiones y los «me gusta» o «no me gusta» de los «amigos» y «seguidores» de Facebook, Twitter, YouTube y centenares de otras redes sociales.

Una avalancha de estudios recientes revela que, para decidir una compra, los consumidores se fían tanto de las revisiones publicadas en Internet por otros consumidores como de las recomendaciones de amigos y parientes. El 66,3 % de los encuestados en un estudio realizado en los Estados Unidos afirmaron fiarse «mucho» de las revisiones y recomendaciones de otros usuarios para decidir sus compras.[75] Según el Local Consumer Review Survey de 2012, «el 72 % de los consumidores dijeron que las revisiones publicadas en Internet les merecían la misma confianza que las recomendaciones personales».[76] Otra encuesta reveló que el 87 % de los consumidores habían decidido comprar un producto tras haber leído una revisión favorable publicada en Internet por otro usuario.[77] Aún más revelador es que «un 65 % de los consumidores se fían mucho más de los comentarios favorables o desfavorables de otros usuarios en Internet que de lo que dicen los anunciantes».[78] Las revisiones hechas por usuarios tienen la misma importancia a la hora de decidir si acudir o no a un comercio local, ya que un 52 % de los encuestados dijeron que las revisiones positivas habían influido en sus decisiones al respecto.[79]

Los sitios dedicados a revisar productos y servicios abundan en Internet. Yelp, Angie's List, Judy's Book, Local Citysearch, TripAdvisor o Travelocity son algunos de los centenares de sitios web que visitan los consumidores para conocer las experiencias de otros usuarios —positivas y negativas— con productos y servicios. Los consumidores hasta pueden consultar las revisiones mientras examinan productos en una tienda. Consumer Reviews es una aplicación para móviles que permite acceder directamente a revisiones de productos concretos. El usuario escanea el código de barras de un producto con el

móvil y accede instantáneamente a las revisiones que se han hecho de él. Algunas aplicaciones también ofrecen información en función de los valores éticos del usuario. GoodGuide es una aplicación para móviles que lee los códigos de barras y ofrece al usuario una lista de revisiones para saber cómo han evaluado otros usuarios cada producto en cuanto a seguridad, salud, consideraciones éticas y sostenibilidad en general.[80] El uso creciente de aplicaciones para móviles permitirá que los consumidores publiquen en la red en tiempo real revisiones de productos y servicios que estarán disponibles para otros usuarios unos segundos después.

En un estudio realizado por SurveyMonkey se preguntó a los encuestados por qué se fiaban de las revisiones de otros usuarios, y la razón más citada fue su imparcialidad frente a los intereses creados de los anunciantes. Como ejemplo de respuesta típica, un encuestado dijo que se fiaba de estas revisiones «porque la mayoría de los fabricantes tienden a incluir publicidad en las descripciones de sus productos, y el hecho de que los consumidores no tengan interés personal en la venta de esos productos hace que sus revisiones sean más de fiar».[81]

Hay algunas empresas que manipulan el sistema publicando revisiones anónimas favorables a sus productos y servicios o desfavorables a los de la competencia, pero estos casos son la excepción. Los sitios dedicados a revisiones mejoran cada vez más sus sistemas de supervisión y utilizan algoritmos cada vez más refinados para detectar y eliminar las falsas revisiones y mantener su reputación entre los usuarios.[82]

A la publicidad tradicional le llueven palos por todos lados. Consideremos el caso de uno de los grandes puntales de la publicidad: los anuncios clasificados o por palabras en

periódicos y revistas. El sitio web Craigslist fue creado en 1995 por Craig Newmark para acoger foros y publicar anuncios clasificados locales en Internet, en general de manera gratuita. Craigslist mantiene el dominio «.org» para reflejar, según la organización, su «carácter relativamente no comercial, su vocación de servicio público y una cultura no empresarial». Más de 60 millones de estadounidenses, junto con millones de personas de más de 70 países, acuden a Craigslist cada mes —su sitio web está en 13 idiomas— para buscar trabajo, vivienda, compañía y productos y servicios de todo tipo. Los usuarios de Craigslist publican un millón de anuncios clasificados al mes y sus foros de debate atraen a 200 millones de personas. Toda su actividad se financia cobrando unas cantidades ínfimas por la publicación de anuncios de empleo en 28 áreas, y cobrando comisiones a los agentes inmobiliarios de la ciudad de Nueva York.[83]

Se calcula que Craigslist resta 10.000 millones de dólares anuales a lo que ingresan los medios impresos por la publicación de anuncios clasificados, y que genera 100 millones de ingresos en Internet con unos costes operativos que representan una mínima parte del coste para periódicos y revistas, que desde siempre se habían basado en los anuncios clasificados para cuadrar los números.[84] El «tablero de anuncios» mundial que Craigslist mantiene en Internet está administrado por una plantilla de solo treinta personas que trabajan en la sede central de San Francisco.[85]

Un estudio de IBM Global Business Services publicado en 2012 con el revelador título de «El final de la publicidad tal como la conocemos», reconoce que los procomunes sociales de Internet «ponen en peligro las fuentes de ingresos de los distribuidores y agregadores tradicionales de contenidos».[86] El

problema de los anunciantes es que su modelo de negocio se basa en financiar gran parte de los contenidos de periódicos, revistas y programas de radio y televisión, unos contenidos que suelen ser obra de periodistas profesionales, productores, redactores, actores y otros artistas. Antes, el consumidor pasivo estaba dispuesto a soportar la publicidad a cambio de recibir los contenidos que financiaba. Pero Internet ha permitido que una proporción cada vez mayor de los contenidos los generen los usuarios y que los compartan gratuitamente con millones de otros usuarios en sitios como YouTube, Flickr, Facebook, etc. Cuando los consumidores se convierten en prosumidores e intercambian contenidos de manera gratuita en una economía del compartir, ¿qué valor añadido puede aportar la publicidad comercial? Los anunciantes podrían optar por financiar la divulgación de contenidos profesionales en Internet, pero es probable que este intento fracasara porque lo que atrae a millones de personas a Internet es el carácter participativo del medio. Es un procomún que actúa en gran medida en una economía social que se define por la interacción entre iguales.

Puede que a muchos televidentes pasivos no les irriten demasiado los cortes publicitarios, pero los internautas activos y ocupados son menos tolerantes a los anuncios que aparecen de repente en medio en la pantalla del ordenador e interrumpen o bloquean su actividad con lo que consideran una burda intromisión. Y los internautas también desconfían cada vez más de los motores de búsqueda que venden a los anunciantes los primeros lugares de las listas de resultados que ofrecen a los usuarios que buscan un producto o un servicio concreto.

La publicidad comercial está tan fuera de lugar en un medio entre iguales que se considera más una intromisión que una simple distracción o molestia. Según Eric Clemens, profesor de

operaciones y gestión de la información de la Wharton School, la misma naturaleza social de Internet impide su explotación comercial. Clemens asegura que Internet «es participativa, parecida a contarse historias en torno a una hoguera o a asistir a una feria medieval. Su objetivo no es difundir contenidos en una sola dirección, a un público cautivo y pasivo, como hacen el cine y la televisión».[87]

Así pues, si añadimos que la mayoría de los internautas desconfían de los mensajes publicitarios y dan más crédito a las revisiones hechas por otros usuarios antes de comprar algo, y que gran parte de los contenidos de Internet son obra de internautas y no de anunciantes, es difícil imaginar cómo podrá sobrevivir el sector publicitario a este medio de comunicación entre iguales como no sea desempeñando un papel muy limitado. Para Clemens, la publicidad de pago «fracasará como fuente principal de ingresos para la mayoría de los sitios de Internet» por todas las razones mencionadas. Su conclusión es que «Internet no sustituye a la publicidad: la está haciendo añicos».[88] Hasta *The Economist* coincide con él a regañadientes. En un sobrio editorial titulado «El final de la barra libre», refuta un supuesto que considera incorrecto según el cual, si las redes sociales atraen a millones de usuarios ofreciéndoles contenidos gratuitos, los anunciantes harían bien en colocar anuncios en estos medios para hacerse con un porcentaje de los visitantes. Pero ¿qué ocurre cuando los internautas no escuchan ni miran los anuncios y lo único que hacen es acudir a otros internautas en busca de recomendaciones de productos? *The Economist* concluye diciendo que «el número de empresas que se pueden sustentar con los ingresos de la publicidad en Internet es mucho menor

de lo que muchos piensan y parece que Silicon Valley está entrando en otro "invierno nuclear"».[89]

Los ingresos publicitarios están empezando a reflejar este pesimismo. En 2012, la publicidad en Internet supuso 36.600 millones de dólares frente a los 153.000 millones de los ingresos del sector en los Estados Unidos, por lo que la cuota de Internet en el mercado publicitario estadounidense era de un 24 %.[90] Sin embargo, parece que el crecimiento del gasto publicitario en Internet se reduce y la euforia inicial ante la posibilidad de que la publicidad comercial pagara la cuenta de todos los contenidos gratuitos ofrecidos por las redes sociales con ánimo de lucro se ha moderado. El índice de crecimiento de la publicidad en Internet bajó del 23 % entre 2010 y 2011 a solo el 14 % entre 2011 y 2012.[91] La decisión de General Motors de dejar de anunciarse en Facebook en 2012 aduciendo que sus anuncios tenían «muy poco impacto en las ventas de turismos» refleja un sentir que comparten cada vez más empresas en relación con el valor de anunciarse en Internet.

Es probable que los ingresos generados por la publicidad en Internet sigan cayendo porque millones de usuarios han cambiado el ordenador por algún dispositivo móvil. Google, líder en ingresos por publicidad en Internet, ya empieza a notar los efectos de este cambio. Los «clics» que recibe de ordenadores portátiles y de sobremesa no aumentaron en el tercer trimestre de 2013, pero los recibidos desde teléfonos móviles se doblaron y los procedentes de tabletas aumentaron un 63 %.[92] El problema es que los anuncios para dispositivos móviles cuestan entre la mitad y las dos terceras partes de los anuncios para ordenadores y, peor aún, las compras que generan solo suponen de una tercera a una cuarta parte de las compras que generan los ordenadores y nada indica que esta

tendencia vaya a cambiar. El hecho es que la principal fuente de ingresos de Google se empieza a tambalear. Según *The New York Times*:

> El precio que los anunciantes abonan [a Google] cada vez que alguien hace «clic» sobre un anuncio se ha reducido por cuarto trimestre consecutivo. En el último año ha caído en casi un 8 %, en gran medida porque los anuncios para dispositivos móviles cuestan menos que los anuncios para ordenadores.[93]

Es probable que el índice de crecimiento de los ingresos por publicidad siga cayendo a medida que más y más usuarios se pasen a dispositivos móviles. La gran pregunta que se hacen los directivos de las principales redes sociales con ánimo de lucro es cuál será el impacto en sus posibilidades de crecimiento.

Al igual que otros segmentos del mercado capitalista, la publicidad no desaparecerá por completo con el auge del procomún colaborativo. Se irá adaptando hasta que encuentre su nicho en una economía social consolidada. La readaptación del mercado capitalista a la economía social es un fenómeno nuevo y difícil de aceptar en un mundo donde la economía social ha sido durante mucho tiempo el apéndice más débil de las fuerzas del mercado. En algunos casos, el mercado y el procomún hallarán sinergias y hasta mantendrán una relación simbiótica que potencie a los dos. En otros, como en el caso de la publicidad cuya esencia se contradice tanto con el carácter colaborativo del procomún social, esta adaptación será prácticamente imposible.

Todas las empresas mencionadas en las páginas anteriores tienen un carácter colaborativo, se basan en compartir y aprovechan las ventajas de una arquitectura IdC distribuida y de escala lateral. Parte de su comercio es compartible en el sentido de «regalar», como en el caso de CouchSurfing. Otros

casos combinan regalos y permutas con alguna forma de compensación. Y hay empresas puramente lucrativas como eBay. Sin embargo, si concebimos una economía colaborativa que incluya el regalo, la redistribución y el reciclaje con o sin compensación, todo el mundo estará incluido.

Encuestas recientes subrayan el gran potencial económico del procomún colaborativo. Un estudio realizado en 2012 por Campbell Mithun, una agencia publicitaria de Mineápolis, en asociación con Carbonview Research, reveló que la noción de compartir productos, servicios y experiencias en un procomún colaborativo atrae al 62 % de los miembros de las generaciones X e Y. Estas dos generaciones difieren de la generación de la Segunda Guerra Mundial y de la posterior a ella en que prefieren el acceso a la propiedad. Cuando se pidió a los encuestados que hicieran una lista con las ventajas que veían a una economía del compartir, citaron en primer lugar el ahorro de dinero y, a continuación, el impacto en el medio ambiente, la flexibilidad del estilo de vida, el pragmatismo de compartir y la facilidad de acceso a bienes y servicios. En cuanto a las ventajas de carácter emocional, los encuestados citaron en primer lugar la generosidad y después la sensación de sentirse valorados como miembros de una comunidad, sentirse más inteligentes y responsables, y formar parte de un movimiento.[94]

Los estudios de opinión revelan un cambio muy profundo en la manera de concebir la naturaleza de la actividad económica de los jóvenes de esta generación. El cambio de la propiedad al acceso, que yo ya identifiqué allá por el año 2000 en *La era del acceso*, es demostrable y va en aumento. La actividad económica colaborativa entre iguales ya está muy consolidada y aún se consolidará más con la introducción paulatina del Internet de las cosas.

¿En qué medida es probable que la economía colaborativa altere el modelo comercial convencional? Según una encuesta realizada por Latitude Research en 2010, «el 75 % de los encuestados dijeron que en los cinco años siguientes compartirían más objetos físicos y más espacios [...]; el 78 % creía que sus interacciones con otras personas en Internet habían logrado que estuvieran más abiertas a la idea de compartir con desconocidos». Y «el 85 % creían que, en el futuro, Internet y las tecnologías móviles desempeñarán un papel esencial en la creación de comunidades a gran escala basadas en compartir».[95] Muchos analistas coinciden con estas previsiones tan optimistas. En 2011, la revista *Time* incluyó el consumo colaborativo entre sus «diez ideas que cambiarán el mundo».[96]

El procomún colaborativo tiene el potencial de acabar con el mercado capitalista convencional mucho antes de lo que creen muchos economistas a causa de lo que Umair Haque llama «el efecto del 10 %». Según Haque, autor de *El nuevo manifiesto capitalista* y colaborador de la *Harvard Business Review*, la economía colaborativa tendrá un impacto «letal» cuando llegue a un umbral de aceptación mucho más bajo de lo que se piensa debido a su capacidad para reducir unos márgenes de beneficios que ya son peligrosamente pequeños para muchos sectores de la economía:

> Si las personas a las que se conoce formalmente como consumidoras empiezan a consumir un 10 % menos y a mirar un 10 % más, el efecto en los márgenes de las empresas tradicionales va a ser desproporcionadamente mayor [...]. Esto implica que si ciertos sectores no consiguen reinventarse acabarán perdiéndose entre la niebla del pasado.[97]

El efecto de este «umbral bajo» ya está acabando con la industria discográfica, la prensa impresa y las librerías. En el sector editorial de los Estados Unidos, los libros electrónicos representaron el 22,6 % del total de libros publicados en 2012.[98] La reducción del coste marginal de producir y vender libros electrónicos ha hecho que los precios de venta se reduzcan y ha obligado a cerrar a editoriales pequeñas y a muchas librerías. Pero hasta los libros electrónicos, aun siendo bastante más baratos, deben hacer frente a la competencia cada vez más dura de libros basados en *copyleft* que se distribuyen a precios muy bajos o incluso gratuitamente.

Hemos constatado este mismo efecto del «umbral bajo» en el capítulo 5, cuando se hablaba del impacto que han tenido las energías renovables en Alemania, donde el hecho de que un 23 % de la electricidad generada sea verde hace que el coste de construir centrales termoeléctricas sea prohibitivo para las grandes empresas eléctricas.[99] El vertido en la red de distribución eléctrica de electricidad solar y eólica generada por millones de prosumidores impediría que estas centrales funcionaran siempre a pleno rendimiento, con lo que el tiempo necesario para que las compañías pudieran recuperar los costes iniciales sería demasiado largo e imprevisible para justificar su construcción.

Lo que está ya muy claro es que cada día hay más grandes empresas de una amplia gama de sectores comerciales que se enfrentan a unos márgenes de beneficios que caen en picado y que no podrán sobrevivir mucho tiempo a la marea creciente de costes marginales casi nulos en la producción y la venta de bienes y servicios. El millar aproximado de megaempresas integradas de escala vertical que hoy tienen en sus manos gran parte del comercio mundial, no son tan invulnerables como

podría parecer frente a una economía colaborativa que reduce con rapidez unos márgenes de beneficios que ya son demasiado pequeños.

Parece razonable esperar que muchas empresas globales de integración vertical de la Segunda Revolución Industrial acaben desapareciendo cuando entre el 10 y el 30 % de la actividad económica de cualquier sector dado tenga lugar en el procomún colaborativo. Como mínimo, podemos afirmar que los mercados capitalistas convencionales perderán cada vez más el control del comercio mundial a medida que unos costes marginales casi nulos trasladen una parte cada vez mayor de la actividad económica al procomún colaborativo en los próximos años.

Capítulo 14

MICROFINANCIAR EL CAPITAL SOCIAL, DEMOCRATIZAR LA MONEDA, HUMANIZAR LA INICIATIVA EMPRESARIAL Y REPLANTEAR EL TRABAJO

La debacle casi total del sistema bancario mundial en 2008 dejó temblando a millones de personas. Los créditos se congelaron y el Gobierno estadounidense se vio obligado a rescatar las instituciones financieras más grandes del país aduciendo que eran «demasiado grandes para quebrar». La opinión pública estadounidense estalló de indignación al ver que 700.000 millones de dólares procedentes de sus impuestos se entregaban a los bancos en recompensa a su temeridad financiera, mientras millones de ciudadanos perdían sus hogares porque no podían liquidar sus hipotecas; en otras palabras, eran «demasiado pequeños para importar».[1]

Préstamos sociales entre iguales

Tras la debacle bancaria apareció en Internet una nueva clase de entidad crediticia dedicada a los préstamos entre iguales o préstamos sociales. Plataformas bancarias que actúan en Internet como Zopa, Lending Club y Prosper prestan dinero directamente a personas y proyectos. Estos mecanismos de financiación en la red se están convirtiendo en una alternativa muy popular a los bancos tradicionales porque eliminan los intermediarios y los elevados costes fijos de las grandes instituciones financieras que acaban recayendo en los clientes en forma de intereses más elevados.

La financiación basada en Internet reduce el coste marginal de prestar dinero casi a cero y esto se traduce en cuotas e intereses más bajos. Zopa, la primera entidad crediticia social

del Reino Unido, ha concedido préstamos por valor de más de 414 millones de libras esterlinas.[2] Al final de 2012 las entidades crediticias sociales habían gestionado 1.800 millones de dólares en préstamos y los grandes bancos se vieron obligados a fijarse en ellas.[3]

Una rama más reciente del crédito social es el fenómeno llamado micromecenazgo o microfinanciación. Kickstarter, que nació en abril de 2009 y que es la empresa de micromecenazgo más importante, prescinde de los inversores convencionales y recauda capital financiero entre los internautas. Quienes tienen un proyecto lo exponen en el sitio web de Kickstarter y fijan la fecha límite para recaudar los fondos necesarios. Si no logran su objetivo antes de que finalice el plazo, no reciben nada. Esta condición garantiza que todo proyecto tenga al menos fondos suficientes para arrancar. Quienes desean contribuir económicamente pagan a Amazon la cantidad correspondiente. Kickstarter se queda el 5 % de los fondos recaudados y Amazon se queda entre un 3 y un 5 %.[4] A diferencia de las entidades crediticias tradicionales, Kickstarter solo actúa como facilitador y no tiene intereses económicos en los proyectos.

En noviembre de 2013, Kickstarter había expuesto 51.000 proyectos con un índice de éxito del 44 %. Los fondos recaudados por todos los proyectos sumaron más de 871 millones de dólares. Kickstarter limita los proyectos que buscan financiación a 13 categorías: arte, danza, diseño, moda, cine y vídeo, alimentación, juegos, música, fotografía, teatro, publicaciones y tecnología.[5]

Las diversas plataformas de micromecenazgo ofrecen distintas formas de compensación. Los microinversores pueden aportar a fondo perdido, o bien recibir del prestatario productos o servicios por un valor comparable a la cantidad

aportada cuando el proyecto esté en marcha, o bien prestar dinero con interés, o bien invertir en el proyecto a cambio de acciones.

Aunque su peso en el sector financiero aún es muy poco, el micromecenazgo desempeña una importante función de apoyo a muchas empresas dedicadas a desarrollar la infraestructura IdC. Mosaic, de la que ya se ha hablado antes, recurrió al micromecenazgo para recaudar 1,1 millones de dólares para una docena de proyectos de energía solar. Mosaic presentó su primer proyecto de inversión ofreciendo un rendimiento del 4,5 % a los inversores, que podían aportar cantidades tan modestas como 25 dólares. Billy Parish, cofundador de la empresa, esperaba recaudar los 313.000 dólares iniciales en un mes si todo iba bien. Y se quedó sin palabras cuando vio que 435 personas habían aportado todos los fondos necesarios en menos de 24 horas. En 2013, la empresa contaba con 10.000 inversores dispuestos a aportar fondos para la construcción de sus proyectos solares.[6]

Uno de los sistemas solares de Mosaic, financiado en parte mediante micromecenazgo y en parte por el Estado y por fondos privados de inversión, se ha instalado en un edificio de 2.400 metros cuadrados de Oakland, California, construido por la ONG Youth Employment Partnership (YEP). El sistema solar costó 265.000 dólares y Mosaic lo alquila a YEP. La reducción del 85 % en la factura eléctrica supone un ahorro muy importante que YEP destina a sus programas. El trato es aún más favorable para YEP porque le da la opción de comprar el sistema a Mosaic al cabo de diez años, con lo que, a partir de entonces, dispondría de electricidad casi gratuita.[7]

Se espera que la demanda de tecnología fotovoltaica se dispare en el próximo decenio. Bloomberg New Energy Finance

calcula que la financiación necesaria superará los 62.000 millones de dólares. Se espera que el crédito social, y en particular el micromecenazgo, soporten una parte de la carga permitiendo que millones de pequeños inversores financien mutuamente sus microcentrales en otro ejemplo del poder lateral de la colaboración entre iguales.[8]

A quienes duden que millones de pequeños inversores puedan dar lugar a una revolución energética mediante una colaboración de escala lateral, bastará recordarles que, como se decía en el capítulo 8, el 51 % de las instalaciones para la generación de energías renovables de Alemania, que es líder mundial en este campo, son propiedad de particulares y de empresas pequeñas, mientras que las grandes eléctricas del país solo generan un 7 % de la producción total de energía verde.[9]

Por todo Internet aparecen plataformas de micromecenazgo como Indiegogo, Early Shares, Crowdfunder, Fundable y Crowdcube en parte gracias a la aprobación en 2012 de la Jumpstart Our Business Start Ups Act, que permite a las empresas pequeñas recaudar hasta un millón de dólares al año en inversiones de particulares a través de plataformas de micromecenazgo.[10]

Los entusiastas del micromecenazgo destacan que lo más importante no es el dinero. Disfrutan ayudando a otros a lograr sus sueños y están convencidos de que sus pequeñas aportaciones son importantes, de que realmente cuentan a la hora de impulsar un proyecto. El Gartner Group calcula que a finales de 2013 las aportaciones destinadas a micromecenazgo superarán los 5.000 millones de dólares.[11]

En sus diversas encarnaciones, la economía basada en compartir es una entidad híbrida que en parte es economía de mercado y en parte economía social. La economía de mercado

está regulada por leyes y se rige por las reglas inherentes al sistema capitalista, pero la economía social, al ser un procomún, se regula de otra manera: parte de su supervisión y regulación corre a cargo del Estado, pero el resto se rige por normas de autogobierno que millones de personas aceptan voluntariamente para participar en el procomún.

Rankings de reputación y monedas de procomún

La economía social se basa en la confianza. Y como otros procomunes más tradicionales, el nuevo procomún colaborativo ha experimentado con diversos protocolos para mantener la confianza social necesaria para garantizar un capital social suficiente para el desarrollo de una cultura colaborativa, incluyendo sanciones para castigar y hasta excluir a quienes se aprovechen o expolien. Prácticamente todas las grandes redes colaborativas han creado sistemas de reputación para clasificar la honradez de sus miembros. A diferencia de los sistemas de clasificación crediticia que determinan nuestra solvencia en una economía de mercado, el objetivo de estos sistemas de reputación es calificar el capital social en el procomún.

ThredUP pide a sus miembros que respeten la «regla de oro» de enviar ropa de la misma calidad que la ropa que esperan recibir a cambio, y califica esta «calidad» con una escala de una a cuatro estrellas. También usa otra escala, la «puntuación de estilo», para calificar los artículos de 0 a 10 en función de su «elegancia». Por último, utiliza otra escala para calificar la «puntualidad» de los envíos por parte de los socios.

ThredUP sigue una política «de tolerancia cero» con los socios que envían ropa deshilachada o rasgada. La primera vez que lo hacen reciben una amonestación; la segunda, son expulsados del procomún.[12] Los socios que mantienen una

puntuación elevada se emparejan con otros del mismo nivel para elevar la calidad de todas las aportaciones.

Los servicios de reputación en el procomún de Internet, similares a las calificaciones crediticias de la economía de mercado, ofrecen un mecanismo muy importante para regular la actividad, garantizar el cumplimiento de las normas y crear confianza social. TrustCloud, un ejemplo de esta nueva clase de servicios, «examina las transacciones y la conducta de una persona en Internet y las traduce a una puntuación TrustScore que se puede utilizar en cualquier punto de la economía del compartir». Cada miembro de TrustScore recibe una puntuación de 1 a 1.000 (la puntuación máxima representa la perfección) en función de la transparencia, la coherencia y la generosidad de su actividad en la red.[13] Los algoritmos de TrustCloud se basan en cualidades como la receptividad, la capacidad de respuesta y la antigüedad para generar un perfil de integridad. Los miembros reciben gratuitamente un distintivo TrustCloud con su puntuación.

CouchSurfing también aplica un sistema de evaluación. Alojar gratuitamente a un desconocido en casa genera cierta zozobra y, además, se espera que anfitriones e invitados se relacionen para fomentar el intercambio cultural. Después de cada estancia, anfitriones e invitados se puntúan mutuamente a modo de referencia. El criterio básico de CouchSurfing es el llamado «aval». Para que un usuario pueda avalar a otros, debe haber sido avalado por un mínimo de tres usuarios que lo hayan conocido en persona.[14]

Se calcula que el valor del procomún compartible, que no deja de crecer, ya asciende a más de 100.000 millones de dólares, y puesto que la economía social es una parte cada vez más importante de la vida cotidiana de mucha gente, es de

esperar que las evaluaciones del capital social sean tan importantes para los millones de personas que participan en el procomún como lo han sido las clasificaciones crediticias de los consumidores en el mercado capitalista.[15]

La economía colaborativa viene pisando muy fuerte. Hoy, justo antes de sentarme a escribir, he leído el artículo de portada del número de *The Economist* de esta semana donde redactores y colaboradores ensalzan las virtudes de la economía del compartir y debaten sobre su posible impacto en la economía de mercado tradicional. Muchos se preguntan cómo se adaptarán mutuamente el sistema capitalista y el procomún colaborativo. Podemos hallar una buena pista en las nuevas monedas que se están creando para diferenciar la manera de comerciar en el procomún de la manera de comerciar en el mercado.

La moneda que usa una comunidad para que sus miembros intercambien bienes y servicios es un buen indicador de los valores de esa comunidad. En su magistral *Filosofía del dinero*, el sociólogo del siglo XIX Georg Simmel nos recuerda el papel fundamental que ha desempeñado el dinero a lo largo de la historia, extendiendo y profundizando la interacción social del ser humano. Simmel señala que las monedas son pagarés avalados por una confianza colectiva tácita entre desconocidos que garantiza que en algún momento del futuro la «prenda» recibida en un intercambio será aceptada por otra persona en un intercambio posterior.

Aunque las monedas han sido respaldadas por toda clase de metales preciosos, siendo la plata y el oro los más apreciados, los antropólogos observan que detrás de esos activos se encuentra un activo más profundo —el capital social— sin el que la moneda carecería de valor como medio de intercambio.

Por ejemplo, los habitantes de las islas Trobriand de Nueva Guinea tenían un sistema de trueque muy elaborado basado en unas conchas autóctonas y solían navegar grandes distancias en canoa para intercambiarlas con el fin de establecer lazos de confianza mutua. El intercambio de esta moneda social fue acumulando capital social suficiente para que el comercio floreciera.

Antes de que el desplome de la economía mundial en 2008 sacara a la luz las entrañas vacías de un sistema financiero mundial disfuncional —si no delictivo—, casi todos dábamos por sentado que el sistema monetario era fiable aunque a veces diera muestras de volatilidad. Y si la moneda tuviera problemas y algún banco quebrara, siempre contábamos con que el Estado garantizara los ahorros, hasta 250.000 dólares en los Estados Unidos. Los estadounidenses también sabíamos que detrás de los bancos siempre estaba la Reserva Federal, por si hubiera que rescatar al dólar.[16] Pero muchos nos echamos a temblar cuando los economistas empezaron a sugerir que si el sistema monetario se fuera totalmente a pique, el Departamento del Tesoro de los Estados Unidos nos salvaría de la debacle imprimiendo más y más billetes para ponerlos en circulación. Ahí es donde nos dimos cuenta de que detrás de tanta norma, tanta regulación y tanto cortafuegos no había nada salvo un abismo sin fondo.

La debacle financiera mundial echó por tierra el mito de que el intercambio comercial es una institución fundamental. La historia no ofrece ningún ejemplo de un pueblo que haya creado mercados e intercambios comerciales antes de crear una cultura. Hemos acabado por creer, erróneamente, que el comercio antecede a la cultura y la hace posible cuando en realidad sucede lo contrario. Como decía en el capítulo 1, la

cultura es la esfera en la que nos socializamos, donde creamos las narraciones sociales que nos permiten extender nuestra sensibilidad empática: es la esfera que nos aglutina en familias imaginadas más extensas. La identidad colectiva crea vínculos de confianza que nos permiten acumular capital social suficiente para actuar como un todo integrado. Esta identidad colectiva es lo que nos permite crear una variedad de símbolos que sirven de pagaré y garantizan la confianza mutua en que todos respetaremos los compromisos comerciales del pasado y las transacciones del futuro.

Tendemos a olvidar que el comercio siempre ha sido una extensión de la cultura y que se alimenta del capital social que acumula la sociedad. Por lo tanto, no es de extrañar que cuando las instituciones comerciales y, concretando más, las instituciones financieras, traicionan la confianza de la sociedad y agotan su capital social como sucedió en 2008, la gente no se fíe de los mecanismos monetarios y busque otras alternativas.

En 2008 hubo millones de personas que recurrieron al oro —con lo cual este alcanzó un precio récord en los mercados— en busca de seguridad ante aquella incertidumbre. Pero otras pusieron en duda la validez de recurrir a un bloque de metal que, a efectos prácticos, no era más que otro símbolo con un valor que no reflejaba el valor intrínseco del material, sino la paranoia y el miedo causados por unas instituciones financieras que habían agotado la confianza de la sociedad y, con ello, la fe de la gente en la moneda convencional.

Más y más personas empezaron a experimentar con otras monedas basadas en la colaboración y respaldadas por nuevos niveles de capital social. Estas monedas, llamadas monedas comunitarias, sistemas de intercambio comercial local (SICL) o micromonedas, empezaron a implantarse en lugares de todo el mundo tras la debacle de 2008. En otras épocas ya habían

aparecido monedas similares de una manera muy puntual, sobre todo durante la Gran Depresión, pero su impacto había sido muy escaso. Sin embargo, en su nueva reencarnación prometen tener mucha más trascendencia para la sociedad, porque han surgido en un momento en que la economía social experimenta un renacer donde centenares de millones de personas dedican una parte cada vez mayor de su vida cotidiana a actividades colaborativas de carácter social o económico en el procomún.

En el fondo, estas monedas alternativas son monedas sociales que permiten el intercambio colaborativo de bienes y servicios en el procomún. Como en los otros ámbitos de la economía colaborativa, la gente prescinde de toda clase de intermediarios, de los costes generales fijos de las grandes instituciones financieras, de los márgenes de beneficios y de los tipos de interés elevados de las tarjetas de crédito, e intercambia directamente su tiempo laboral con los demás. Pero lo que diferencia este sistema del antiguo trueque de servicios es que en Internet hay aplicaciones que ofrecen a los ciudadanos un mecanismo para acumular unos puntos que representan una cantidad equivalente de tiempo laboral y que sirven para intercambiar toda clase de bienes y servicios, tanto en la economía social como en la economía de mercado.

Hoy hay más de 4.000 micromonedas en circulación en todo el mundo.[17] Muchas de ellas se basan en el tiempo laboral que una persona cede a otra fabricando o reparando un producto, o prestándole algún servicio. Estas horas se guardan en un banco de tiempo como si fueran dinero en efectivo y se intercambian por otros bienes y servicios. La idea original de crear un «banco de tiempo» se debe a Edgar Cahn, profesor de derecho de la Universidad del Distrito de Columbia, que se inspiró en las

donaciones a los bancos de sangre. El concepto se basa en un principio fundamental de la economía social: la reciprocidad. Un vecino ayuda a otro esperando que, en el futuro, alguien le corresponda del mismo modo.

El banco de tiempo de Cahn no distingue entre clases de tiempo laboral. La hora de un mecánico vale igual que la de un médico. La idea es que el tiempo de todo el mundo tiene el mismo valor sea cual sea su profesión o actividad. Otros bancos de tiempo sí hacen esta distinción y, por ejemplo, un asesor fiscal gana más horas que un lavacoches. Los bancos de tiempo se han extendido por todo el mundo.[18]

Uno de estos bancos es Hour Exchange Portland, que tiene su sede en Maine y ayuda a sus clientes a pagar los gastos de asistencia médica. TrueNorth, una clínica sin ánimo de lucro, ha suscrito un acuerdo con Hour Exchange Portland por el que sus médicos aceptan que los pacientes les paguen con horas que han ganado prestando servicios a otros miembros de la comunidad.[19] A su vez, los médicos pueden usar esas horas para obtener servicios de otras personas que utilicen el banco.

Otras monedas alternativas están pensadas para facilitar el intercambio de bienes. Un ejemplo es el «franco WIR», del banco suizo del mismo nombre, que circula entre sus socios en calidad de medio de pago. Los socios se apoyan mutuamente comprándose unos a otros y pagando con esta moneda.[20]

En parte, las monedas sociales también se utilizan para impedir que una comunidad pierda riqueza. El BerkShare, del condado Berkshire de Massachusetts, es una de muchas monedas sociales creadas para fomentar el comercio local. Los socios pueden compran BerkShares en cualquiera de los seis bancos del condado con la misma paridad que el dólar más un pequeño plus adicional. Si un socio deposita 95 dólares, el

banco le da BerkShares por valor de 100 para que obtenga un beneficio neto del cambio.[21] Los socios compran en los comercios locales pagando con BerkShares, con lo que se garantiza que el dinero siga circulando por la economía local. Al tener como intermediario un banco sin ánimo de lucro, los socios evitan el gasto adicional de pagar con tarjetas de crédito o con cheques de bancos comerciales.[22] El BerkShare nació en 2006 y al cabo de cinco años ya circulaban más de tres millones de BerkShares, una suma bastante cuantiosa para una economía local.[23]

Las monedas alternativas se han multiplicado en algunas de las zonas de Europa más castigadas por la Gran Recesión. En Grecia y España hay muchas redes de monedas comunitarias.[24] En regiones con niveles de paro muy elevados hay asociaciones sin ánimo de lucro que crean sitios en Internet para conectar a personas que ofrecen su trabajo con otras que lo necesitan, dando origen a una microeconomía social de carácter distribuido, colaborativo y de escala lateral en el seno de una economía de mercado centralizada cada vez más inviable. Estos nuevos mecanismos de intercambio ofrecen a muchas personas la oportunidad de volver a trabajar.

Cada vez hay más monedas sociales de ámbito local, pero en Internet no paran de surgir monedas alternativas globales que traspasan fronteras. Bitcoin es una red monetaria entre iguales con millones de *bitcoins* en circulación. El bitcoin se puede cambiar por otras monedas del mundo y en noviembre de 2013 se cotizaba a cerca de 400 dólares la unidad.[25] Los creadores de la moneda, Amir Taaki y Donald Norman, cuentan que la idea les vino cuando estaban en Amsterdam y un amigo del Reino Unido les pidió que le enviaran un giro postal para una emergencia. Sus únicas opciones eran Western Union y

MoneyGram, que cobraban una comisión del 20 al 25 % de la cantidad que necesitaban enviar. Para evitar el robo que suponen esas comisiones crearon bitcoin, una moneda pensada para Internet.[26]

Heather Schelgel, especialista en futurología y asesora de los grandes bancos del mundo sobre normas de transacción, no cree que las monedas globales de Internet vayan a sustituir a las tradicionales pero añade que «cuando las comunidades empiecen a ser conscientes de la posibilidad de expresarse por medio del dinero, es probable que aparezcan centenares de bitcoins o algo parecido, o incluso algo en lo que aún no hemos pensado».[27]

Otros son aún más optimistas. Para Jean-Francois Noubel, cofundador de AOL France, creer que el poder disruptivo del mismo Internet distribuido, colaborativo y de escala lateral que ha dado origen a eBay, Facebook, Amazon, Etsy y miles de empresas no se abrirá paso en el mundo financiero refleja una gran cortedad de miras. No le sorprendería ver «millones de monedas gratuitas circulando por la red y por nuestros teléfonos móviles» en los próximos años.[28]

Empresariado social

En paralelo a los nuevos vehículos de financiación y las nuevas monedas sociales, están apareciendo nuevos modelos de negocio que satisfacen al mismo tiempo los requisitos de dos economías muy diferentes: la economía capitalista que actúa en el mercado por un lado, y la economía social que actúa en el procomún por otro. Estos modelos de negocio son intentos de hallar valor en los espacios donde estas dos economías mantienen relaciones simbióticas. Desde el punto de vista de su diseño y sus protocolos operativos, las cooperativas son las que están mejor posicionadas para salvar la distancia entre estas

dos economías y hallar valor en las sinergias que puedan darse entre ellas.

En los Estados Unidos, las llamadas *benefit corporations* —empresas con responsabilidad social y medioambiental, o «empresas responsables»— ofrecen un modelo comercial nuevo e interesante que intenta transformar la empresa capitalista convencional para que sea más ágil y tenga más capacidad de maniobra en un mundo donde coexisten mercados y procomunes. Patagonia, una cadena mundial de ropa deportiva con sede en California y cuyas ventas anuales ascienden a 540 millones de dólares, es la empresa más importante que ha decidido convertirse en empresa responsable hasta la fecha.[29]

La empresa responsable, hoy reconocida y regulada como entidad legal en gran parte de los Estados Unidos, ofrece a los empresarios protección legal contra inversores externos que les obliguen a renunciar a sus compromisos sociales o ecológicos a cambio de financiación.[30] Aunque estas empresas se deben a sus accionistas como cualquier otra empresa capitalista, su situación legal les permite atender sus objetivos sociales y medioambientales sin incurrir en la ira de inversores que solo estén interesados en optimizar el valor de sus acciones.

La empresa responsable forma parte de un movimiento más amplio que suele recibir el nombre de «empresariado social» y que ha despertado el interés de la generación de jóvenes que salen de las escuelas de empresariales de todo el mundo. El empresariado social comprende desde las entidades sin ánimo de lucro, que son el pilar del procomún, hasta las sociedades anónimas tradicionales que dominan el mercado. Los dos modelos —las organizaciones sin ánimo de lucro y las empresas que buscan beneficios— no solo interactúan en los límites entre la economía social y la economía de mercado, sino que cada

uno adopta atributos del otro difuminando la distinción entre ellos. El empresariado social es el terreno donde estos dos mundos, el lucrativo y el no lucrativo, crean organizaciones y protocolos comerciales de todo tipo para conformar un espacio comercial que integre la economía de mercado y el procomún colaborativo.

El empresariado social tiene sus raíces en la comunidad sin ánimo de lucro. Los recortes del estado del bienestar en los Estados Unidos, el Reino Unido y otros países en las décadas de 1980 y 1990 provocaron una crisis que obligó al sector sin ánimo de lucro a buscar nuevas oportunidades. Los recortes de las ayudas públicas a ciudadanos sin recursos dejaron a las comunidades desfavorecidas en situación de riesgo. La beneficencia privada intentó llenar ese vacío financiando iniciativas sin ánimo de lucro, pero lo que podían aportar era insignificante en comparación con lo que habían ido perdiendo aquellas comunidades desde que los Gobiernos empezaron a recortar las ayudas. Atrapadas entre una carga social cada vez mayor y la escasez de fondos para satisfacer las necesidades básicas de esas comunidades, las organizaciones sin ánimo de lucro empezaron a buscar nuevos modelos de negocio que coincidieran con su misión básica y ofrecieran una fuente de recursos complementaria para seguir actuando y ampliar sus servicios. Muchas organizaciones sin fines lucrativos ya han introducido el cobro de cuotas por algunos servicios. Estas organizaciones, cuyos directivos tenían experiencia en la obtención de subvenciones públicas y contribuciones de fundaciones para administrar programas que abarcaban desde las artes y el ocio hasta centros asistenciales y comedores sociales, empezaron a contratar a directivos expertos en el campo de la empresa que estuvieran comprometidos con el

objetivo de fomentar el bienestar social de las comunidades a las que servían.

El desentendimiento de los Gobiernos ha hecho que muchas empresas con ánimo de lucro se hayan sentido atraídas por las oportunidades de negocio que ofrece llenar este vacío en el sector social. Peter Drucker, considerado un gurú de la gestión, lanzó la idea de «ir bien [como empresa] y hacer el bien». Según él, muchos problemas como la pobreza crónica, la enseñanza deficiente, el deterioro del medio ambiente y otros males de la sociedad se abordarían mejor dando rienda suelta a la creatividad del empresariado. Escuelas, centros de día, vivienda para familias con ingresos bajos y otras actividades y servicios que tradicionalmente pertenecían al ámbito de la actuación pública, pasaron a ser un objetivo legítimo de la explotación comercial.

Mientras tanto, y como se exponía en el capítulo 7, en los Estados Unidos de los años noventa hubo una generación —la primera que participó en programas de aprendizaje-servicio en institutos y universidades— que empezó a entrar en la economía. El papel fundamental del aprendizaje-servicio para crear la mentalidad de este nuevo empresariado social no se ha reconocido lo suficiente. Muchos de aquellos jóvenes formados en la participación en iniciativas y proyectos sin ánimo de lucro para ayudar a comunidades desfavorecidas, hallaron una manera nueva de dar un sentido a su vida y de ganar en autoestima que iba más allá de las oportunidades estrictamente comerciales que les ofrecía el mercado. Su entusiasmo se tradujo en una nueva trayectoria profesional, al menos para una minoría muy importante. Había nacido el empresariado social.

Definir el empresariado social es difícil. Mientras que las empresas con ánimo de lucro destacan la triple base de

«personas, planeta y beneficios», una expresión acuñada por John Elkington en 1994, las organizaciones sin ánimo de lucro prefieren hablar de «personas y planeta antes que beneficios».[31] Un estudio exhaustivo de 80 empresarios sociales de los sectores con y sin ánimo de lucro destaca algunas diferencias sutiles en el modo de abordar las mismas cuestiones. En primer lugar, al empresario social con ánimo de lucro está motivado por la posibilidad de oportunidades comerciales, mientras que el empresario social sin ánimo de lucro se centra más en abordar necesidades sociales no satisfechas. En segundo lugar, las dos clases de empresarios asumen riesgos, pero lo hacen de una manera diferente. Los primeros agrupan riesgos en función del rendimiento de las inversiones. Los segundos muy rara vez asumen riesgos con sus fondos porque, para ellos, el riesgo está ligado a su «reputación» social en la comunidad. En tercer lugar, aunque las dos clases de empresarios sociales creen que su papel es fundamental, el estudio reveló que «los empresarios sociales sin ánimo de lucro deben compartir el mérito de su éxito con un colectivo de voluntarios y beneficiarios».[32]

Con independencia de las diferencias, es interesante constatar cómo se van aproximando las dos clases de empresarios, sobre todo entre miembros de la Generación Y que buscan nuevos modelos de negocio que combinen atributos de cada ámbito. *The Economist*, en un editorial titulado «Mercados de capital con conciencia», describía así la evolución del empresariado social:

> La noción de mercados de capital social puede parecer incongruente porque combina un grupo muy diverso de personas e instituciones. Pero existe un continuo que conecta el capital puramente benéfico en un extremo y el capital que busca beneficios en el otro con varias proporciones de riesgo, rendimiento e impacto social en medio. Se espera

> que [...] gran parte del debate se centre en este continuo y determine, para cualquier meta social dada, qué clase de capital social, o qué mezcla del mismo, tiene más probabilidades de éxito.[33]

Por ejemplo, mientras que la empresa responsable es un intento de acercar el capitalismo orientado al beneficio a las prioridades sociales y ecológicas de las organizaciones sin ánimo de lucro del procomún social, estas organizaciones también efectúan cambios que las acercan a la orientación a los beneficios de las empresas capitalistas. Nueve estados norteamericanos —Illinois, Maine, Rhode Island, Michigan, Luisiana, Wyoming, Carolina del Norte, Vermont y Utah— han promulgado las llamadas leyes L3C, que son variaciones de las leyes que gobiernan las empresas de responsabilidad limitada y que permiten a las sociedades sin ánimo de lucro obtener «beneficios reducidos» siempre y cuando su misión principal sea de carácter social. Las leyes L3C ofrecen un medio legal para que sociedades sin ánimo de lucro puedan acceder a capital sin perder su condición humanitaria, algo cada vez más importante dada su creciente orientación a iniciativas de empresariado social.[34]

El empresariado social se ha convertido en uno de los temas más populares en muchas universidades del mundo. La oferta de la Universidad de Harvard incluye cursos con títulos como «Gestión de la empresa social» o «Introducción a la empresa social».[35] El Departamento de Sociología cuenta con un «colaboratorio» empresarial que sumerge a los estudiantes en los aspectos sociológicos de la economía social. La llamada President's Challenge, otra iniciativa universitaria, reparte 150.000 dólares entre equipos de estudiantes que realicen trabajos académicos y de campo para hallar «soluciones a los

problemas globales que van desde la educación y la sanidad a la limpieza del agua y del aire».[36]

El Center for the Advancement of Social Entrepreneurship de la Universidad Duke y redes mundiales como Ashoka, Skoll Foundation o Acumen Fund, actúan como grupos de expertos, grupos sectoriales y agentes de financiación para impulsar el empresariado social en todo el mundo. Bill Drayton, una de las figuras más destacadas del movimiento de la empresa social, es uno de los fundadores de Ashoka. Esta entidad organiza encuentros que atraen a empresarios sociales de todos los rincones del mundo para colaborar en temas que van desde el tráfico de personas a la resolución de conflictos. Ashoka anima a los empresarios sociales a que den a conocer sus proyectos en su sitio web Changemakers para que quien lo desee pueda colaborar en el desarrollo de sus iniciativas. Actualmente, Ashoka apoya el trabajo de más de 3.000 empresarios sociales en más de 70 países.[37]

La Skoll Foundation, otra entidad muy importante en el campo del empresariado social, fue fundada en 1999 y ha concedido subvenciones por valor de más de 358 millones de dólares a 97 empresarios sociales y a 80 organizaciones de todo el mundo dedicadas al fomento del empresariado social.[38]

El éxito de los empresarios sociales se mide más por la mejora del bienestar de las comunidades a las que sirven que por el rendimiento del capital invertido. El capital social es su activo fundamental, y este capital, a su vez, es un reflejo de los lazos de solidaridad y de confianza creados por la asociación colaborativa entre la empresa social y la comunidad. A este respecto, los empresarios sociales sin ánimo de lucro suelen gozar de una ventaja sobre los otros —aunque no siempre—

porque su motivación principal es «hacer el bien» en lugar de «ir bien».

En los Estados Unidos hay centenares de miles de empresas sociales que emplean a más de diez millones de personas y totalizan unos ingresos de 500.000 millones de dólares al año. En 2012, estas empresas representaron cerca del 3,5 % del PIB estadounidense. Cerca del 35 % de las empresas sociales son organizaciones sin ánimo de lucro y el 31 % son empresas o sociedades de responsabilidad limitada. Las empresas sociales han seguido una curva de crecimiento espectacular. El 60 % de todas las empresas sociales de los Estados Unidos se crearon en 2006 o después, y el 29 % se crearon en 2011 y 2012.[39]

En 2010, en el Reino Unido había 62.000 empresas sociales que daban empleo a 800.000 personas y aportaban 24.000 millones de libras a la economía británica. Peter Holbrook, presidente de la Social Enterprise Coalition (SEC), prevé que la contribución de las empresas sociales al PIB del Reino Unido se habrá triplicado en 2020. La SEC también presiona al Gobierno para que reconozca formalmente el sector de la empresa social como entidad distinta del voluntariado y de los sectores privados, y para que este reconocimiento vaya acompañado de incentivos fiscales y otras formas de apoyo.[40]

Se calcula que en Australia había 20.000 empresas sociales en 2010. En el sector sin ánimo de lucro, el 29 % de las entidades tenían alguna iniciativa comercial y el 58 % cobraba cuotas por sus servicios.[41]

Es probable que el empresariado social, que hoy presenta un equilibrio entre las organizaciones con y sin ánimo de lucro, tienda cada vez más hacia las segundas en los próximos decenios, a medida que la economía social encarnada en el

procomún colaborativo siga ganando terreno al mercado capitalista.

Nuevas formas de empleo

Los empresarios sociales no son los únicos que pasan de la economía capitalista de mercado al procomún colaborativo. Millones de personas ya lo han hecho. Como se afirmaba en el capítulo 8, el coste marginal del trabajo en el mercado capitalista se va acercando cada vez más a cero a medida que las TIC, los grandes datos, los análisis avanzados, la inteligencia artificial (IA) y la robótica sustituyen a millones de trabajadores de los sectores de la manufactura, los servicios, el conocimiento y el ocio.

La realidad es que el IdC elimina puestos de trabajo pero también crea empleo. A largo plazo, la infraestructura inteligente del IdC —el Internet de las comunicaciones, el Internet de la energía y el Internet de la logística— necesitará muy poco personal para encargarse de gran parte de la actividad económica de nuestra civilización.

Sin embargo, a corto y medio plazo, la construcción de la infraestructura del IdC dará lugar a una última gran oleada de trabajo asalariado que durará unos cuarenta años y abarcará dos generaciones. Transformar el régimen energético mundial y pasar de los combustibles fósiles y la energía nuclear a las energías renovables será una tarea titánica que necesitará millones de trabajadores y creará miles de empresas nuevas. Adaptar centenares de millones de edificios ya existentes y erigir millones de edificios nuevos para dotarlos de microcentrales eléctricas, también creará muchos millones de puestos de trabajo y dará oportunidades nuevas a empresas dedicadas al ahorro de energía, a la construcción inteligente y a la fabricación de electrodomésticos y otros aparatos ecológicos.

Instalar hidrógeno y otras tecnologías de almacenamiento por toda la infraestructura económica para gestionar el flujo de electricidad verde también creará mucho empleo y hará nacer empresas nuevas. Reconfigurar la red eléctrica mundial en un Internet de la energía también generará millones de puestos de trabajo y creará miles de empresas nuevas dedicadas al diseño de aplicaciones web. Por último, acondicionar el sector del transporte y pasar del motor de combustión interna a los motores eléctricos y a las pilas de combustible exigirá reformar la red viaria y la infraestructura de repostaje. Instalar millones de tomas de electricidad a lo largo de las carreteras y en cada plaza de estacionamiento también creará muchos puestos de trabajo.

A medio y largo plazo, una proporción cada vez mayor del empleo pasará del mercado al procomún. En la economía de mercado harán falta muchos menos trabajadores para producir bienes y servicios, pero las máquinas tendrán un papel más limitado en el procomún porque la participación social y la acumulación de capital social es una empresa intrínsecamente humana. La idea de que algún día las máquinas lleguen a crear capital social no la contemplan ni los tecnófilos más acérrimos.

En muchas de las economías industriales más avanzadas del mundo, el sector sin ánimo de lucro ya es el que genera más empleo. Además de los millones de voluntarios que ceden su tiempo de una manera desinteresada, hay millones de personas que tienen empleo en este sector. En los 42 países estudiados por el Center for Civil Society Studies de la Universidad Johns Hopkins, el sector sin ánimo de lucro emplea a 56 millones de trabajadores a jornada completa. En algunos países, el empleo en este sector supone más del 10 % de la población activa: el 15,9 % en Holanda, el 13,1 % en Bélgica, el 11 % en el Reino Unido y el 10,9 % en Irlanda. En los Estados Unidos supone el

9,2 % de la población activa y en Canadá el 12,3 %. Es probable que estos porcentajes aumenten a un ritmo constante en los próximos decenios a medida que el empleo pase de una economía de mercado muy automatizada a una economía social que requiere mucho trabajo humano.[42]

A pesar del crecimiento espectacular del empleo en el procomún, muchos economistas lo miran con recelo y afirman que el sector sin ánimo de lucro no es una fuerza económica independiente porque depende en gran medida de fondos públicos y de la filantropía privada. Se podría decir lo mismo de las enormes cantidades de fondos públicos que recibe el sector privado en forma de compras, contratas, subvenciones e incentivos; pero, aparte de esto, el estudio de 42 países de la Johns Hopkins revela que, contra lo que creen muchos economistas, cerca del 50 % de los ingresos totales del sector sin ánimo de lucro que actúa en el procomún ya procede de cobros por servicios, mientras que el apoyo público únicamente supone el 36 % de los ingresos y la filantropía privada solo supone el 14 %.[43]

Calculo que hacia mediados de siglo, si no mucho antes, la mayoría de los empleados de todo el mundo trabajarán en el sector sin ánimo de lucro del procomún colaborativo impulsando la economía social y comprando al menos una parte de sus bienes y servicios en el mercado convencional. La economía capitalista tradicional estará gestionada por tecnología inteligente supervisada por un pequeño número de profesionales y técnicos.

El artículo futurista que John Maynard Keynes escribió hace más de ochenta años para sus nietos, y del que ya se ha hablado en el capítulo 1, imaginaba un mundo donde las máquinas habían liberado al ser humano de la dureza del

trabajo en el mercado para que pudiese dedicarse a actividades culturales en el procomún en busca de metas más nobles y elevadas. Quizá esta acabe siendo la predicción económica más acertada de Keynes.

Para facilitar la transición a las nuevas categorías laborales y a las oportunidades comerciales que ofrecerá la construcción de una infraestructura para el Internet de las cosas en todo el mundo, será muy importante proporcionar medios para que la población activa se recicle y capacitar adecuadamente a los estudiantes que lleguen al mercado laboral. También habrá que preparar a los estudiantes para que aprovechen las oportunidades laborales que surgirán en el procomún colaborativo. Aunque hará falta realizar un esfuerzo enorme, la humanidad ya ha demostrado ser capaz de afrontar retos similares en el pasado, sobre todo en la rápida transición de la vida agrícola a la vida industrial entre 1890 y 1940.

En una sociedad donde el imperativo del mercado y el aura capitalista están tan arraigados en la cultura popular, es comprensible que el aluvión de nuevas iniciativas económicas y estructuras institucionales que confluyen en el procomún colaborativo se sigan tratando como simples complementos de las principales corrientes económicas. Pocos reconocen que el impacto cada vez mayor de un coste marginal cercano a cero en los medios de comunicación, en el sector editorial, en la industria del ocio y el entretenimiento, en las energías renovables, en la fabricación mediante impresión 3D y en la enseñanza superior por Internet, es algo más que una curiosidad que puede encajar sin problemas en el paradigma económico vigente. Y aún son menos los que reconocen que la sustitución de la población laboral mundial por tecnologías automatizadas y por la IA, la primacía del acceso frente a la propiedad, la transformación de los mercados en redes y la

aparición de una economía del compartir constituyen un ataque frontal al sistema. Ni siquiera ven una amenaza para el capitalismo en el micromecenazgo, la democratización de la moneda y la rápida extensión del empresariado social. Aun así, es inevitable sentirse impresionado ante la gran divergencia que existe entre estos modelos nuevos y la manera habitual de organizar la vida económica en los últimos dos siglos.

La narración general y los supuestos operativos de estos enfoques nuevos difieren tan radicalmente del paradigma económico existente que es difícil imaginar cómo podría asimilarlos en su totalidad el régimen actual. Es más probable que cuando estos cambios se combinen y empiecen a alimentarse mutuamente, superen su contexto capitalista y rompan el paradigma existente para dar origen a un orden económico tan distinto del capitalismo de mercado como este lo fue en su día de los sistemas feudales y medievales de los que surgió.

Quinta parte
LA ECONOMÍA DE LA ABUNDANCIA

Capítulo 15

LA CORNUCOPIA SOSTENIBLE

Las teorías económicas clásica y neoclásica enmudecen cuando la actividad económica productiva de una sociedad se acerca a un coste marginal casi nulo. Cuando los costes marginales se acercan a cero los beneficios desaparecen porque los bienes y servicios se han liberado de los precios del mercado y, básicamente, son gratuitos. Cuando la mayoría de las cosas son prácticamente gratuitas, toda justificación del capitalismo como mecanismo para organizar la producción y la distribución de bienes y servicios carece de sentido. La razón es que la dinámica del capitalismo se alimenta de la escasez. Si los recursos, los bienes y los servicios son escasos, tienen valor de intercambio y el mercado puede darles un precio muy superior a lo que cuesta introducirlos en él. Pero cuando el coste marginal de producir esos bienes y servicios se acerca a cero haciendo que sean prácticamente gratuitos, el sistema capitalista pierde el poder que le otorgan la escasez y la capacidad de beneficiarse de la dependencia ajena. *Free*, la palabra inglesa para «gratis», también significa «libre»: libre de los precios, libre de la escasez. Cuando el coste marginal de producir unidades adicionales de un producto o un servicio es casi cero, la escasez es sustituida por la abundancia. El valor de intercambio no sirve de nada porque todo el mundo puede obtener casi todo lo que necesita sin pagar por ello. Los productos y servicios tienen un valor derivado de usarlos y compartirlos, pero ya no tienen un valor de intercambio.

La noción de organizar la vida económica en torno a la abundancia y al valor derivado del uso y del compartir —no en torno a la escasez y al valor de intercambio— es tan ajena a nuestra manera de concebir la teoría y la práctica económica

que somos incapaces de imaginarla. Pero eso es lo que ya está sucediendo en amplios sectores de la economía porque las nuevas tecnologías dan lugar a unos niveles de productividad y de eficiencia que prácticamente eliminan el coste de producir servicios y unidades adicionales aparte de la inversión inicial y de los costes fijos.

Definición de abundancia

Abundancia es una palabra difícil de definir. En general, siempre ha hecho referencia a la capacidad de acceder a los recursos necesarios y suficientes para poder vivir sin problemas. Los biólogos nos dicen que un ser humano normal necesita de 2.000 a 2.500 calorías al día para mantener su bienestar físico.[1] Hoy, más de 2.000 millones de personas viven con menos calorías y 1.000 millones de ellas viven en estado de desnutrición.[2] Calculando que la población humana haya aumentado un 35 % en 2050 —2.500 millones de personas más — la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) calcula que la producción de alimentos tendrá que aumentar un 70 % para garantizar un bienestar «suficiente» para todos los seres humanos.[3]

Por otro lado, el estadounidense medio consume 3.747 calorías al día.[4] Si los 7.000 millones de personas que hoy viven en el planeta «sustentaran» su vida consumiendo los mismos recursos que el estadounidense medio, haría falta un planeta cuatro o cinco veces más grande que la Tierra. Hoy en día, todos los seres humanos, sean ricos o pobres, consumen los recursos equivalentes a una Tierra y media; en otras palabras: hace falta casi un año y medio para regenerar lo que consumimos en un año. Naciones Unidas calcula que si el crecimiento demográfico y las tendencias de consumo siguen como hasta ahora, incluso sin que se dé un cambio apreciable

en la calidad de la vida de los pobres del mundo, en 2030 necesitaremos el equivalente a dos planetas como la Tierra para regenerar los recursos que consumamos.[5]

Así pues, el significado de la palabra abundancia es más bien relativo, pero la sostenibilidad de nuestro planeta no lo es. En cuanto a reconciliar abundancia y sostenibilidad, la observación de Gandhi citada en el capítulo 6 de que «la Tierra da lo suficiente para satisfacer la necesidad de todo hombre, pero no para satisfacer su codicia», sigue siendo la regla de oro por la que nos deberíamos guiar.[6]

Gandhi tenía una noción intuitiva de la sostenibilidad, pero hoy la podemos medir con precisión en función de la llamada «huella ecológica». La sostenibilidad se define como un estado relativamente constante donde el uso de recursos para sustentar la población humana no supera la capacidad de la naturaleza para reciclar los residuos y recuperarse. La huella ecológica es una medida directa de las demandas que plantea la actividad humana a la biosfera. Concretando más, mide el área de tierra y de agua con capacidad de producción biológica que hace falta para producir los recursos que consume una persona —o una población— y para asimilar los residuos generados en función de los métodos y la tecnología disponibles para administrar los recursos. Luego, esta área se puede comparar con la llamada «biocapacidad» o capacidad biológica, es decir, con la cantidad de área productiva realmente disponible para generar esos recursos y absorber esos residuos.[7]

El aumento de la huella ecológica de la humanidad en el último medio siglo no tiene precedentes. En 1961, la huella ecológica de nuestra especie era más o menos la mitad de la biocapacidad del planeta, lo que expresado en contabilidad ecológica significa que aprovechábamos el interés ecológico y

aún no habíamos «tocado» el capital ecológico principal. Pero en 2008 la huella ecológica de los 6.700 millones de seres humanos que entonces poblaban el planeta ya equivalía a 18.200 millones de hectáreas, con una huella media por persona de 2,7 hectáreas en un planeta que solo cuenta con 12.000 millones de hectáreas de biocapacidad que equivalen a 1,8 hectáreas por persona. En otras palabras, consumíamos la biocapacidad de la Tierra con más rapidez de lo que la Tierra podía reciclar y recuperarse. Los Estados Unidos, que solo representaban el 4 % de la población mundial, estaban usando el 21 % de la biocapacidad de la Tierra y la huella ecológica del estadounidense medio era, ni más ni menos, de 10 hectáreas.[8]

Los datos sobre la huella ecológica son más reveladores cuando se compara la de la población mundial con ingresos elevados con la de la población con ingresos bajos. Los mil millones de consumidores más ricos —con una renta per cápita de 12.196 o más dólares— consumen el equivalente a 3,06 hectáreas de biocapacidad por persona, mientras que los 1.300 millones de personas más pobres —con una renta per cápita de 995 o menos dólares— solo consumen 1,08 hectáreas de biocapacidad por persona.[9]

Si la abundancia está relacionada con la sostenibilidad, y la sostenibilidad supone vivir únicamente del interés de la biocapacidad de la Tierra y no de su capital principal, la pregunta es cuántos seres humanos pueden vivir de una manera adecuada sin menoscabar la capacidad de la biosfera para regenerar los recursos ecológicos necesarios para la salud y el bienestar de cada persona y de nuestra especie como un todo.

Lester Brown, fundador del World Watch Institute —una organización que vigila el impacto humano en los recursos mundiales— afirma que la respuesta depende de la dieta que

elijamos. Si tomamos como referencia la dieta del ciudadano medio estadounidense, que equivale a 800 kilos de cereales al año, y todos los habitantes del planeta siguieran una dieta similar, los 2.000 millones de toneladas de cereal que se cosechan cada año en el mundo solo podrían sustentar a una población mundial de 2.500 millones de personas. Si tomamos como referencia la dieta mediterránea, que equivale a 400 kilos de cereales por persona y año, la cosecha mundial anual podría sustentar una población de 5.000 millones de personas. Y si tomamos como referencia la dieta india, que equivale a 200 kilos de cereales por persona y año, el planeta podría sustentar hasta 10.000 millones de personas.

Según Brown, las poblaciones que ocupan los extremos de la escala trófica no viven tanto tiempo como las que ocupan niveles intermedios. Las que se encuentran «arriba» padecen enfermedades derivadas de la abundancia —diabetes, distintos tipos de cáncer, enfermedades cardíacas y apoplejías— y las que están abajo sufren malnutrición y mueren de enfermedades debidas a la pobreza como raquitismo, escorbuto, beriberi, pelagra, anemia o xeroftalmia. Muchos estudios confirman que quienes siguen la dieta mediterránea —carne, pescado, queso, frutas y verduras— llevan una vida más sana y viven más.[10]

Para que la población humana se adecúe a la biocapacidad del planeta y para que la sociedad pase de la escasez a una abundancia sostenible, deberemos abordar la gran desigualdad entre la huella ecológica de los ricos y de los pobres y, al mismo tiempo, reducir la población humana del planeta.

¿Qué nos hace felices?

Aunque la noción de huella ecológica ofrece una medida científica muy útil para reducir el impacto de la humanidad en la capacidad de la biosfera, muchos estudios realizados en los

últimos años sobre qué hace que la gente se sienta feliz ofrecen una base sociológica y psicológica igualmente útil para equilibrar la huella ecológica.

Prácticamente todos los estudios científicos sobre la sensación de felicidad revelan que se distribuye siguiendo una curva normal clásica. Como es lógico, el 40 % de la humanidad que apenas sobrevive sumida en la pobreza es profundamente desgraciada.[11] Carentes de lo más básico para vivir e incapaces de alimentar y vestir a sus hijos y de ofrecerles un techo, sobreviven en un estado de profundo desánimo, sin fuerzas ni esperanzas. Sin embargo, cuando una persona empieza a salir de la pobreza también empieza a sentir felicidad y cada avance en cuanto a ingresos, riqueza y seguridad hace que se sienta más feliz. Y aquí es donde surge la sorpresa. Cuando una persona logra unos ingresos que le ofrecen un nivel básico de comodidad y seguridad, los aumentos posteriores de riqueza y de consumo aumentan cada vez menos su sensación de felicidad hasta que se llega a un punto donde la felicidad empieza a retroceder y la persona se siente cada vez menos feliz. La acumulación de riqueza se ha convertido en un lastre y el consumo se ha transformado en una adicción con recompensas psicológicas cada vez menos frecuentes y menos intensas. Las posesiones acaban poseyendo a quien las posee.

Si se examinan más a fondo las razones de que aumentar la riqueza hasta más allá del nivel de comodidad conduzca al malestar y, en ocasiones, a la desesperación, veremos que las relaciones sociales están marcadas cada vez más por la posición social y se guían por la envidia y los celos. Las personas que se encuentran en esta situación aseguran que sus relaciones se han vuelto superficiales y que su valor solo refleja lo que se puede

ganar o perder con ellas desde un punto de vista estrictamente material.

Sin embargo, las personas materialistas son mucho más propensas a seguir aumentando su riqueza material aunque se sientan infelices porque no atribuyen esa infelicidad a su sed de riqueza, sino a que no tienen riqueza suficiente. Creen que si pueden aumentar aunque solo sea un poco su éxito material se ganarán la admiración de los demás y que una conducta más consumista les ofrecerá más placer, un fenómeno que los psicólogos llaman habituación hedonista. Al final sucede todo lo contrario y cada incursión en esa fantasía hedonista les causa más infelicidad, atrapándolas en un círculo vicioso del que solo podrán salir si buscan la felicidad por otras vías.

Estudios realizados en todo el mundo han revelado una fuerte correlación entre los valores materialistas, el abuso de sustancias y la depresión. Los materialistas tienden más a la posesividad y menos a la generosidad y la confianza. También les cuesta más refrenar sus impulsos y suelen ser más agresivos con los demás.

Tim Kasser, profesor de psicología y autor de *The High Price of Materialism*, resume las pruebas abrumadoras que han ido acumulando los estudios sobre la conducta materialista:

> Las personas que valoran mucho las posesiones y la riqueza comunican menos bienestar psicológico que las que no se preocupan tanto por estas metas. [...] Cuanto más dominan nuestra vida los valores materialistas, más se reduce nuestra calidad de vida.[12]

Hace varios años tuve la oportunidad de charlar con el economista británico Richard Layard, cuyo libro *La nueva felicidad: lecciones de una nueva ciencia* causó bastante revuelo entre los economistas. Layard fue uno de mis anfitriones con ocasión de una conferencia que di en la London School of

Economics. Después de la conferencia me invitó a su despacho y me mostró unos datos muy interesantes que había reunido sobre el aumento de la riqueza en varias sociedades y su sensación de felicidad a lo largo del tiempo. Me llamaron mucho la atención los datos sobre los Estados Unidos: aunque los estadounidenses disfrutan hoy del doble de ingresos que en 1957, el porcentaje de los que se declaran «muy felices» ha descendido del 35 al 30 %.[13]

Y los Estados Unidos no son una excepción. Estudios realizados en otros países industrializados revelan lo mismo. Los datos de Layard indican que la felicidad personal aumenta hasta que los ingresos del ciudadano medio llegan a unos 20.000 dólares al año; a partir de ahí, cualquier aumento de los ingresos se traduce en una felicidad cada vez menor.[14]

Los estudios también indican que el nivel de felicidad de una sociedad varía con la desigualdad de los ingresos de la población. La clase media estadounidense, que era la más robusta del mundo en 1960, fue disminuyendo durante los cincuenta años siguientes: el 1 % más rico de la población aún se enriqueció más, la clase media se fue reduciendo y el número de personas que vivían en la pobreza fue aumentando. En 2012, y según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), los Estados Unidos lograron la vergonzosa distinción de ocupar el lugar 28 de un total de 30 en cuanto a desigualdad de ingresos —la distancia entre ricos y pobres— solo por delante de México y Turquía.[15]

No es de extrañar que la creciente desigualdad en cuanto a ingresos haya dado lugar a un descenso de la felicidad colectiva de la sociedad. Los estudios indican que en los países donde la desigualdad entre ricos y pobres es menor, la sensación colectiva de felicidad y bienestar es mayor. Una de las razones

es que el aumento de la pobreza genera infelicidad, pero otra es que la desigualdad entre ricos y pobres es un caldo de cultivo para la desconfianza: quienes ocupan la cima temen la hostilidad y las represalias de las masas empobrecidas y protegen cada vez más su riqueza y sus posesiones.

Recuerdo una anécdota que vivimos mi esposa y yo en Ciudad de México hace casi veinte años. Íbamos en el asiento trasero de un automóvil blindado que nos llevaba desde el centro donde acababa de impartir una conferencia ante un público formado por importantes dirigentes empresariales, a un banquete que se iba a celebrar en la mansión de una de las familias más pudientes del país. Mi anfitrión, uno de los principales reformadores sociales de México que había dedicado gran parte de su vida a mejorar la suerte de los pobres del país, estaba sentado en el asiento delantero al lado del conductor, que iba armado. Mientras salíamos de uno de los peores barrios marginales de la ciudad, con policías en cada esquina, para entrar en una urbanización de lujo totalmente cercada y con una enorme puerta protegida por guardas de seguridad donde vivían los más ricos, señaló la ironía de que México era un país donde cada vez había más comunidades «encarceladas» de ricos y pobres porque cada una temía a la otra y desconfiaba de ella. Los Estados Unidos se han ido pareciendo más y más a México y la desconfianza también ha ido en aumento. En los años sesenta, el 56 % de los estadounidenses afirmaba que la mayor parte de la gente era de fiar. Hoy lo dice menos del 33 %.[16]

Lo que hace que el materialismo sea tan tóxico es que despoja al individuo del principal impulso que motiva a nuestra especie: nuestra naturaleza empática. Los biólogos de la evolución y los neurocientíficos nos dicen que la naturaleza del ser humano no es como se nos ha dicho durante centenares de

años. En los inicios de la Edad Moderna, los filósofos de la Ilustración caracterizaron la naturaleza humana de racional, egoísta, materialista, utilitaria e impulsada por la necesidad de autonomía, unos atributos que nos predisponen a acumular posesiones y a aislarnos de los demás. Pero los estudios científicos más recientes demuestran todo lo contrario. Según estos estudios, el ser humano es la especie más social que existe, y anhela la compañía y la inclusión social. Nacemos con los circuitos neurales que subyacen a esta sociabilidad, que luego es alimentada o anulada por la culturización.

En los años noventa, la ciencia descubrió la existencia en el ser humano de las llamadas neuronas espejo, también conocidas como neuronas de la empatía. Varios de nuestros parientes primates y los elefantes tienen neuronas de la empatía y aún no estamos seguros de si las poseen otras especies. Las neuronas espejo y otros componentes de nuestra estructura neural nos permiten experimentar los sentimientos de otro ser como si fueran nuestros, y no solo en el plano intelectual, sino también en el fisiológico y el emocional. Por ejemplo, si veo que una araña trepa por el brazo de otra persona, es probable que mis circuitos generen la misma sensación de repelús que si estuviera trepando por el mío. Aunque damos por sentadas estas sensaciones tan cotidianas, estamos empezando a entender que esta capacidad fisiológica de experimentar al otro como si fuéramos nosotros —sentir su alegría, su vergüenza, su asco, su sufrimiento y su temor— es lo que nos hace seres tan sociales. La sensibilidad empática es lo que nos hace responder a los demás como si fueran una extensión de nosotros mismos y es la base de una sociedad profundamente integrada. Cuando oímos hablar de alguien que carece totalmente de empatía y cuya conducta no manifiesta

sensibilidad ni preocupación por los demás, decimos que es inhumano. El sociópata es el marginado supremo.

Numerosos estudios revelan que existe una importante correlación entre la conducta materialista y la supresión o extinción del impulso empático. Los niños que crecen con unos padres despóticos, sádicos e indiferentes y que sufren maltratos emocionales o físicos, suelen convertirse en adultos agresivos, retraídos y explotadores. Su impulso empático es sustituido por miedo, desconfianza y una profunda sensación de abandono. En cambio, los padres cariñosos y sensibles que ofrecen a sus hijos un entorno que fomenta el desarrollo de su personalidad, crean en ellos la confianza social que es tan esencial para el desarrollo de la empatía.

Los niños que nunca han recibido empatía suelen ser menos capaces de sentirla y expresarla cuando son adultos. Incapaces de relacionarse con otros en el nivel más básico, se acaban convirtiendo en seres aislados y solitarios. Su materialismo no es más que un burdo sucedáneo con el que intentan mitigar su sensación de pérdida. Con su apego a las cosas intentan compensar la incapacidad de sentir apego por los demás. Su obsesión con el éxito material, la fama y el reconocimiento también es un medio para obtener aceptación social.

El materialismo acaba por definir su vida y conforma sus relaciones con los demás. En un mundo centrado en el éxito material, las relaciones se convierten en un simple medio para lograr ese fin. Tratan a los demás a su conveniencia, y los convierten en instrumentos para acumular más riqueza. La preciada recompensa del calor y el afecto es cada vez más difícil de lograr para el materialista, porque su mundo se divide en dos ámbitos: lo que es suyo y lo que no lo es. Ebenezer Scrooge, el avaro de la *Canción de Navidad* de Charles Dickens,

es objeto al mismo tiempo de desprecio y de compasión, y es tratado por la sociedad como un marginado.

La publicidad es la droga que alimenta la adicción del materialista puesto que va haciendo mella en su sensación de inadaptación y soledad. Promete que los productos que anuncia realzarán su personalidad, que lo harán más atractivo y aceptable para los demás. El filósofo alemán Georg Wilhelm Friedrich Hegel definió al ser humano materialista que estaba llegando a su mayoría de edad en los albores de la cultura capitalista. Explicaba que la propiedad, más allá de su valor utilitario y material, es una expresión de la persona. La persona proyecta en el mundo su identidad personal y crea una presencia entre los demás imponiendo su voluntad a los objetos. Dicho de otro modo, su personalidad está presente en los objetos que reclama como suyos y la propiedad acaba siendo indistinguible de la personalidad. Lo que es mío amplía mi presencia personal y mi esfera de influencia, y pasa a ser el medio por el que me conocen los demás.

El filósofo William James describió la personalidad consumidora en unos términos que reconocemos —aunque no sin cierta incomodidad— la mayoría de los que vivimos en una cultura tan materialista como la actual:

> Sin duda, es difícil trazar una línea divisoria entre lo que un hombre llama *yo* y lo que simplemente llama *mío*. Sentimos y actuamos igual en relación con lo que es nuestro que en relación con nosotros mismos. Podemos estimar nuestra fama, nuestros hijos, la obra de nuestras manos tanto como estimamos nuestro cuerpo, y despiertan los mismos sentimientos y los mismos actos de represalia si se los ataca. [...] Sin embargo, *en su más amplio sentido, el yo de un hombre es la suma total de todo lo que* PUEDE *llamar suyo*, no solo su cuerpo y sus poderes psíquicos, sino su ropa y su casa, su mujer y sus hijos, sus antepasados y amigos, su reputación y sus obras, sus tierras y caballos, su yate y su

> cuenta bancaria. Todas estas cosas le suscitan las mismas emociones. Si crecen y prosperan se siente un triunfador; si menguan y se apagan se siente abatido [...]. Gran parte de lo que sentimos por lo que es nuestro se debe al hecho de que *vivimos más cerca* de nuestras cosas y por ello las sentimos con más fuerza y profundidad.[17]

La publicidad alimenta la idea de que la propiedad es la medida del ser humano y presenta los productos y servicios como si fueran esenciales para la creación de la identidad de una persona en el mundo. Durante gran parte del siglo XX, la publicidad ha reforzado la idea de que la propiedad es una extensión de la personalidad y ha orientado a cada generación hacia una cultura materialista. Según Juliet Schor, socióloga del Boston College, en los años noventa los niños dedicaban «tanto tiempo a comprar como a hacer visitas, el doble de tiempo a comprar que a leer o ir a la iglesia, y cinco veces más que a jugar al aire libre».[18] Más preocupante es el hecho de que los jóvenes dijeran que «preferían dedicar más tiempo a comprar que a hacer cualquier otra cosa» y que más de la mitad creyera que «cuando eres mayor, cuanto más dinero tienes más feliz eres».[19]

Ya han pasado quince años desde que se hicieron aquellas encuestas. Mientras, la Generación Y ha llegado a la mayoría de edad y hay pruebas contradictorias sobre el lugar que ocupa en el abanico que va del materialismo a la empatía. Los estudios de psicólogos, sociólogos, antropólogos y politólogos sobre este tema son muy contradictorios entre sí.

Un inmenso estudio de 14.000 estudiantes universitarios realizado entre 1979 y 2009 por el Institute for Social Research de la Universidad de Michigan reveló que «los universitarios de hoy presentan un 40 % menos de empatía que sus homólogos de veinte o treinta años atrás, según los resultados obtenidos con

test estándar de este rasgo de la personalidad».[20] Según Sarah Konrath, investigadora de la Universidad de Michigan que ha realizado un metaanálisis combinando los resultados de 72 estudios de universitarios estadounidenses durante estos treinta años, los universitarios de hoy tienden a estar menos de acuerdo con afirmaciones como, «a veces intento comprender a mis amigos poniéndome en su lugar» o «muchas veces siento pena y preocupación por las personas menos afortunadas que yo».[21]

Sin embargo, otros estudios de la Generación Y parecen indicar la tendencia opuesta. A diferencia de la Generación X, la Generación Y «tiende a sentir mucha más empatía hacia otros miembros de su grupo y a ponerse en su lugar».[22] Otros estudios indican que los jóvenes de la Generación Y tienden más a dar el mismo peso a las opiniones de otros miembros de su grupo, a trabajar en colaboración y a buscar el consenso del grupo, actitudes que exigen una conciencia empática.

En cuanto a la confianza en los demás, que es esencial para fomentar la empatía, los jóvenes de la Generación Y desconfían mucho más del Gobierno, del mundo de la empresa y de cualquier clase de expertos y se fían mucho más de sus colegas en Internet; como se ha dicho antes, están más dispuestos a depositar su confianza en las opiniones, las revisiones y las clasificaciones hechas por sus colegas y también se fían más del saber colectivo.

Otros estudios indican que los jóvenes de la Generación Y tienen menos prejuicios y son más enérgicos que cualquier otra generación de la historia a la hora de defender los derechos legales y sociales de poblaciones antes marginadas como las mujeres, las personas de color, las lesbianas y los gais, y los discapacitados. También son menos xenófobos. Casi el 23 % de

los universitarios estadounidenses han estudiado en el extranjero y el 73 % de los jóvenes de la Generación Y apoyan una política liberal de inmigración en comparación con el 39 a 57 % del resto de la población adulta.[23]

Mi impresión es que la Generación Y no es monolítica sino que es más bien una mezcla de contradicciones. Aunque hay pruebas de su famoso materialismo y narcisismo, también las hay de su mayor sentido de la empatía. También sospecho que su inclinación narcisista y materialista ha ido disminuyendo a consecuencia de la Gran Recesión. Numerosos estudios recientes así lo indican. En diciembre de 2013, *The New York Times* publicó un editorial en su dominical «Sunday Review» en el que afirmaba que, según estudios recientes, la Generación Y, profundamente afectada por la Gran Recesión y una economía global estancada, ha empezado a desplazar sus prioridades psíquicas y prefiere llevar una vida que tenga sentido antes que lograr el éxito material. Un informe encargado por la Career Advisory Board reveló que los jóvenes de 21 a 31 años de edad prefieren seguir una carrera que valga la pena antes que ganar mucho dinero. En un estudio longitudinal dirigido por Jennifer L. Aaker, profesora de marketing de la Stanford Graduate School of Business, se hizo un seguimiento de varios centenares de estadounidenses durante un mes para evaluar qué entendían por «una vida con sentido» o «una vida que valiera la pena», y descubrieron que los jóvenes de la Generación Y que decían llevar una vida así «se consideraban más orientados a los demás y se calificaban como "generosos"». Además, las personas que dijeron que hacer cosas por los demás era importante para ellas, también afirmaban que «su vida tenía más sentido».[24]

Aún más reveladora fue una encuesta realizada a 9.000 estudiantes de Secundaria con éxito en los estudios realizada en 2013 por la National Society of High School Scholars. La encuesta pidió a los estudiantes que eligieran un lugar donde les gustaría trabajar de una lista con más de 200 empresas, y 14 de las 25 opciones preferidas estaban relacionadas con la asistencia médica, el trabajo en hospitales y el trabajo en la administración. El St. Jude Children's Research Hospital fue la opción preferida por los mejores estudiantes. James W. Lewis, presidente de la National Society of High School Scholars, resumió las conclusiones diciendo que «los jóvenes de la Generación Y se guían por el objetivo de ayudar a los demás».[25]

Como ya se ha dicho, las personas menos empáticas tienden a ser más materialistas. Si los jóvenes de la Generación Y son más empáticos que los de generaciones anteriores, deberíamos observar la evolución de esta tendencia a lo largo de la década pasada. En un estudio publicado en el verano de 2013 en la revista *Social Psychological and Personality Science*, se examinaron casi cuarenta años de encuestas sobre las actitudes de centenares de miles de estudiantes de Secundaria, y se observó una sorprendente inversión de los valores coincidiendo precisamente con el inicio de la Gran Recesión en 2008. La empatía había ido decreciendo y el materialismo había ido aumentando año tras año, pero esta tendencia se invirtió de repente después de 2008 entre los jóvenes de la Generación Y, que aseguraban «preocuparse más por los demás y tener menos interés en los bienes materiales».[26] Otros estudios confirman que los jóvenes de esta generación están menos interesados en seguir las tendencias materialistas y menos obsesionados con el consumismo como forma de vida.

Estos resultados coinciden con el aumento del consumo colaborativo y la economía del compartir. En todo el mundo, los jóvenes de esta generación comparten ropa, bicicletas, automóviles, vivienda e innumerables cosas más, y prefieren el acceso a la propiedad. Cada vez hay más jóvenes que prescinden de las marcas de diseño y prefieren productos genéricos o marcas que colaboren con causas humanitarias, y les interesa más el valor de uso de los objetos materiales que su valor de intercambio o de estatus. Por su naturaleza, una economía del compartir con prosumidores que colaboran mutuamente es más empática y menos materialista.

Esta reducción de la mentalidad materialista también se refleja en el compromiso creciente con la sostenibilidad y la conservación del medio ambiente. No es de extrañar que los materialistas no solo manifiesten menos empatía hacia sus semejantes, sino también hacia los restantes seres vivos y el medio ambiente en general. Contemplan la naturaleza desde un punto de vista puramente instrumental, como un recurso que se puede explotar y no como una comunidad que se debe preservar. Al igual que sus relaciones con los demás, no valoran el medio ambiente por su valor intrínseco, sino por su utilidad y su valor en el mercado.

Un grupo de investigadores de la Universidad de Rochester examinaron a 80 estudiantes para determinar en qué medida los valores materialistas influían en el uso que estos daban a los recursos naturales. Los estudiantes se clasificaron en dos categorías: muy materialistas y no materialistas. Luego se les invitó a participar en un juego donde representaban al director de una maderera que competía con otras en una subasta para talar doscientas hectáreas de bosque de una reserva natural. Las madereras podían pujar por talar un máximo de diez hectáreas al año, sabiendo que el crecimiento del bosque es de

un 10 % al año. Si una compañía pujara por talar pocas hectáreas, los beneficios serían bajos. Y si pujara por talar muchas, los beneficios serían elevados pero el bosque se agotaría con rapidez.

Como es lógico, los materialistas pujaron por talar mucho más bosque que los no materialistas, porque querían obtener beneficios rápidos aunque fuera a costa de agotar el bosque en muy poco tiempo. Los materialistas se centraron sistemáticamente en el beneficio económico a corto plazo sin pensar en la conservación a largo plazo. Por su parte, los no materialistas obtendrían más beneficios a largo plazo porque el bosque duraría más.[27]

Los valores que revela este experimento se manifiestan en la vida real. Los jóvenes de la Generación Y no solo son menos materialistas, sino que también apoyan mucho más la protección del medio ambiente que generaciones anteriores. Según una encuesta realizada en 2009 por el Center for American Progress, un grupo de expertos con sede en la ciudad de Washington, el 75 % de la Generación Y es partidaria de sustituir los combustibles fósiles por fuentes de energía renovables, un porcentaje mucho mayor que el de cualquier generación anterior.[28] Una encuesta Gallup realizada hace ya varios años aún es más reveladora. Cerca del 58 % de los jóvenes de edades comprendidas entre los 18 y los 29 años afirmaron que la protección del medio ambiente debería ser una prioridad del país «aun a riesgo de frenar el crecimiento económico».[29]

En resumen, ¿qué nos dicen estos experimentos, estudios y encuestas? Lo primero es que el dinero no da la felicidad. Si bien la pobreza genera desesperanza, el aumento de la riqueza, una vez logrado un nivel mínimo de comodidad, también

genera desesperación. Segundo, el materialismo desenfrenado no hace que la gente sea más feliz y es causa de marginación, temor, desconfianza y soledad.

En tercer lugar, el ser humano no se guía por el deseo insaciable de posesiones materiales como los economistas quieren hacernos creer, sino por el deseo de formar vínculos sociales. Lo que nos hace felices, una vez satisfechos los requisitos mínimos para el bienestar, es la camaradería y el afecto. Queremos formar parte de algo, no poseer y devorar, y esto pone en duda los dos supuestos que rigen la economía: que las cosas que más queremos son escasas y que nuestras necesidades no tienen límite. En realidad, las cosas que más queremos son infinitamente abundantes: amor, aceptación y reconocimiento de nuestra humanidad. Los economistas no lo entienden, pero la industria publicitaria sí. Cada año se dedican miles de millones de dólares a una publicidad que incide en estas motivaciones tan profundas y da a entender, de forma tortuosa, que se pueden satisfacer mejor comprando, acaparando y consumiendo más cosas materiales aun sabiendo muy bien que, en el fondo, estas necesidades inventadas no hacen más que desviarnos de nuestra búsqueda de comunidad. Imaginemos con qué rapidez cambiaría la conducta humana si la publicidad desapareciera de nuestra vida de la noche a la mañana. La obsesión por el materialismo se desvanecería y tendríamos la oportunidad de redescubrir el anhelo de estar en contacto con los demás.

Hay quien plantea la posibilidad de que en una sociedad de coste marginal casi cero, donde todo el mundo pueda tener casi todo lo que desea, cuando quiera y casi gratuitamente, la humanidad acabaría con más rapidez con los recursos que aún posee la Tierra y llevaría el planeta a la ruina. Pero es muy improbable. Lo que genera un exceso de consumo es la escasez,

no la abundancia. En un mundo donde las necesidades materiales de todos se vean satisfechas, el miedo a pasar privaciones se desvanece. El deseo insaciable de acaparar y excederse pierde gran parte de su poder y lo mismo sucede con el deseo de apoderarse de lo ajeno. Además, en un mundo donde las necesidades materiales de todos se vean más o menos satisfechas, las distinciones sociales basadas en las posesiones materiales pierden importancia. La sociedad ya no se divide únicamente en función de «lo mío y lo tuyo», y el valor de las personas no está determinado por lo que poseen.

Todo esto no significa que una era de abundancia llevará a la humanidad a la utopía. Nadie es tan ingenuo para creer que la cara oscura de la naturaleza humana desaparecerá de repente de nuestro ADN cultural. Pero sí significa que, cuando la abundancia sustituya a la escasez, es probable que la humanidad se sienta mucho menos impelida a poseer más cosas por miedo a lo que pueda depararnos el mañana. Aunque, a primera vista, la noción de reemplazar una economía de la escasez por una economía de la abundancia hace pensar en la posibilidad de un consumo desbocado de los recursos del planeta, en realidad es muy probable, por todas las razones antes mencionadas, que este sea el único camino eficaz para garantizar un futuro sostenible para nuestra especie.

Al menos una parte de la generación que está creciendo en este mundo nuevo de redes entre iguales distribuidas y colaborativas empieza a liberarse del síndrome materialista que ha caracterizado en gran medida la vida económica en la era capitalista. Esta generación impulsa una economía basada en compartir que es menos materialista, más sostenible, menos oportunista y más empática. Viven más su vida en el procomún mundial que en el mercado capitalista. El nuevo espíritu de compartir de esta generación empieza a tener un impacto

mensurable en la huella ecológica de las economías industrializadas avanzadas.

Cambiar el materialismo por una vida sostenible abre la posibilidad de reducir de una manera drástica la huella ecológica de las personas más ricas del planeta para que la abundancia de la Tierra esté más al alcance de los pobres del mundo. Así podrán salir de la pobreza, mejorar su nivel de vida y disfrutar de la felicidad que surge de satisfacer las necesidades y comodidades más básicas. Queda por ver si estas dos fuerzas se acabarán uniendo frente a la puerta del bienestar para que toda la humanidad pueda vivir del rédito ecológico de la Tierra con una calidad de vida sostenible.

Estoy seguro de que muchos lectores se preguntarán si esto es suficiente. De poco serviría que el 40 % de la humanidad más pudiente redujera su huella ecológica si la población más pobre siguiera creciendo y aumentara la suya. Y estoy de acuerdo. Para poder disfrutar de la abundancia del planeta no solo deberíamos reducir la huella ecológica de los ricos, sino también contener la explosión demográfica de los más desfavorecidos.

Repartir preservativos y orientar a las familias para que tengan menos hijos no sirve de nada cuando hay tantas personas que viven en la pobreza. Sabemos que en los países más pobres del mundo las familias numerosas son como un seguro porque garantizan que haya alguien disponible para trabajar si algún hermano muere antes de tiempo. Las mujeres y los niños de las comunidades más pobres obtienen la mayor parte de los escasos recursos que permiten a sus familias sobrevivir. ¿Cómo podemos esperar convencerlas de que es necesario reducir la natalidad?

Nos hemos dado cuenta de que la clave para estabilizar la población mundial es el acceso a la electricidad. Esa es la razón

de que Ban KiMoon, secretario general de Naciones Unidas, haya hecho del acceso universal a la electricidad el eje de su programa de desarrollo económico.

La electricidad liberó a las mujeres de Europa, de los Estados Unidos y de muchos otros países en el siglo XX. Las liberó de los quehaceres domésticos que las encadenaban al hogar como sirvientas. Permitió que tuvieran tiempo para formarse y mejorar su suerte. Y cuando las mujeres fueron independientes y empezaron a sostener a sus familias, su vida se hizo más segura y estable y la natalidad se redujo de una manera drástica. Hoy, con pocas excepciones, el índice de natalidad de los países industrializados ha caído hasta 2,1 hijos por mujer, que es el ritmo al que los hijos reemplazan a sus padres. La población de los países más ricos ha caído a un ritmo vertiginoso.[30]

Aun así, más del 20 % de la humanidad carece de electricidad y otro 20 % solo tiene un acceso muy precario a ella. Y esto ocurre en los mismos países donde la población crece con más rapidez. La Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) ha decidido empoderar a estas poblaciones ayudándolas a construir una infraestructura para la Tercera Revolución Industrial que lleve electricidad verde a 1.500 millones de personas que viven en la pobreza. En 2011 me uní al doctor Kandeh Yumkella, director general de ONUDI y presidente de ONU-Energía, para apoyar el desarrollo de la TRI en los países del Tercer Mundo con ocasión del congreso mundial de la organización. Yumkella declaró: «Creemos que nos hallamos en los inicios de una Tercera Revolución Industrial y querría que todos los países miembros de ONUDI oyeran el mensaje y respondieran a esta pregunta fundamental: ¿cómo podemos formar parte de esta

revolución?».[31] La meta es que todo el mundo tenga acceso a la electricidad en 2030. La electrificación de todas las comunidades del planeta proporcionará el ímpetu necesario para que los desheredados del mundo se alcen sobre la pobreza y todos los seres humanos puedan llevar una vida digna.

A medida que el acceso universal a la electricidad se extienda, lo más probable es que la población de los países pobres disminuya como ha sucedido en todos los países donde la electrificación ha sacado a las personas de la pobreza y la miseria. Y es probable que a mediados de este siglo el índice de natalidad mundial se acerque a 2,1 hijos por familia, lo cual marcaría el inicio de una lenta reducción de la población humana hasta llegar a 5.000 millones de personas, la cantidad que nos permitirá vivir del rédito ecológico de la naturaleza y disfrutar de una economía de la abundancia.

Los dos imponderables del Apocalipsis

Reducir la huella ecológica de los ricos, sacar de la pobreza al 40 % de la humanidad y estabilizar y reducir la población para que nuestra especie viva del rédito de la biocapacidad de la Tierra y no de su capital principal constituye un verdadero desafío, pero no es irrealizable. Con todo, la dificultad aumenta a causa de dos imponderables que podrían socavar nuestros intentos de cuidar del planeta y sustituir la escasez por la abundancia.

El cambio climático debido a la actividad industrial pone en peligro nuestros ecosistemas y la supervivencia de nuestra especie y de los restantes seres vivos. Y por si esto no bastara, las mismas tecnologías de la información y las telecomunicaciones, que están conectando la humanidad en una economía de la abundancia basada en compartir, están siendo utilizadas cada vez más por ciberterroristas que atacan la

infraestructura del IdC con un impacto potencialmente catastrófico que podría hundir la civilización moderna y causar la muerte de centenares de millones de personas.

El calentamiento del planeta

Según los climatólogos, la concentración de carbono en la atmósfera, que ha oscilado entre 180 y 300 partes por millón (ppm) en los últimos 650.000 años, ha pasado de 280 ppm al principio de la era industrial a 400 ppm en 2013.[32] Lo mismo cabe decir de las concentraciones de metano y óxido nitroso, dos gases que también son responsables del calentamiento global.[33]

En la Conferencia Internacional sobre el Cambio Climático celebrada en Copenhague en diciembre de 2009, la Unión Europea propuso que las emisiones mundiales de dióxido de carbono no superaran las 450 ppm en 2050 con la esperanza de que la temperatura de la Tierra no aumentara más de 2 °C. Ahora bien, un aumento de 2 °C nos devolvería a la temperatura que había en la Tierra varios millones de años atrás, en la época del Plioceno, con unas consecuencias devastadoras para los ecosistemas y para la vida humana.[34]

Esta propuesta de la UE fue desoída y hoy, cuatro años después, el aumento del consumo de hidrocarburos ha elevado los niveles atmosféricos de dióxido de carbono (CO_2) con mucha más rapidez que la prevista por los modelos. Es muy probable que el aumento de la temperatura terrestre supere ampliamente el objetivo de los 2 °C y aumente 4,5 °C o más en 2100, con lo cual se llegaría a unos niveles que no se habían alcanzado en millones de años.[35] (No olvidemos que el ser humano moderno solo lleva en el planeta unos 175.000 años.)

Lo que hace que esta posibilidad sea tan aterradora es que el calentamiento global puede alterar radicalmente el ciclo

hidrológico del planeta. Los diversos ecosistemas de la Tierra han evolucionado a lo largo del tiempo geológico en relación directa con las pautas de precipitación. Cada aumento de 1 °C de la temperatura supone un aumento del 7 % en la capacidad de la atmósfera para absorber vapor de agua.[36] Esto provoca un cambio radical en la distribución del agua que se traduce en precipitaciones más intensas pero con menor frecuencia y duración, cuyos efectos ya se están notando en ecosistemas de todo el mundo. Tenemos inviernos más crudos, primaveras con tempestades más violentas y más inundaciones, estíos con sequías mucho más prolongadas, más incendios descontrolados, más huracanes devastadores (de categoría 3, 4 o 5), más nieve que se derrite en las cumbres de las grandes cadenas montañosas y una elevación constante del nivel del mar.

Los ecosistemas de la Tierra no se pueden readaptar a un cambio disruptivo del ciclo hidrológico del planeta en tan poco tiempo y sufren un estrés cada vez más intenso hasta el punto de que algunos se hallan al borde del colapso. La desestabilización de la dinámica de ecosistemas de todo el mundo ha llevado a la biosfera a la sexta extinción masiva de los últimos 450 millones de años. En las cinco grandes extinciones anteriores, el clima de la Tierra llegó a un punto de inflexión que puso a los ecosistemas en un bucle de retroalimentación positiva que acabó rápidamente con la biodiversidad del planeta. Hicieron falta millones de años para recuperar la biodiversidad perdida.

Los biólogos nos advierten de que la mitad de las especies podrían estar extintas a finales de este siglo, lo cual daría lugar a una época de esterilidad que podría durar millones de años.[37]

James Hansen, anterior jefe del Goddard Institute for Space Studies de la NASA y climatólogo jefe del Gobierno

estadounidense, calcula que la temperatura de la Tierra habrá aumentado 6 °C al final de este siglo y dice que este aumento supondrá el fin de la civilización humana tal como la conocemos. Para Hansen, la única esperanza es reducir la concentración actual de carbono en la atmósfera de 385 ppm a 350 ppm o menos, algo que no se plantea ningún Gobierno, ni siquiera la Unión Europea.[38]

Aquí, el imponderable es el impacto que puedan tener el cambio climático y la alteración del ciclo hidrológico en la producción y las infraestructuras del sector agrícola. El aumento de las inundaciones y las sequías devasta extensas zonas de terreno agrícola de todo el mundo. El tifón Haiyan, una de las tormentas más violentas que se recuerdan, arrasó los arrozales de las Filipinas en noviembre de 2013, al principio de la temporada de plantación, y destruyó centenares de miles de hectáreas de arrozal y arruinó la producción de arroz del país. Solo un mes antes, el ciclón Phailin cruzó el extremo oriental de la India con una fuerza destructiva similar. Se calcula que, solo en las regiones de Odisha y Bihar, las pérdidas del sector agrícola ascendieron a 45.000 millones de dólares.[39] En junio de 2013, las lluvias torrenciales que cayeron en Europa Central hicieron que los ríos se desbordaran y anegaran muchos cultivos. En la ciudad alemana de Passau, donde confluyen el Danubio, el Inn y el Ilz, las aguas llegaron casi a trece metros, superando la peor inundación registrada en la región en 1501.[40] Yo mismo pude ver la devastación viajando del aeropuerto de Fráncfort a la histórica ciudad de Weimar. Todas las tierras de cultivo que orillaban la carretera estaban inundadas. Se calcula que los daños ocasionados a la agricultura superaron los 16.500 millones de dólares, igualando el récord marcado por las inundaciones de 2002 en la misma región.[41]

Según Mojib Latif, climátologo del Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung de la ciudad alemana de Kiel, las tormentas e inundaciones tan extremas que ha sufrido Europa en 2002 y 2013 ya empiezan a ser habituales porque el aumento de las temperaturas asociado al cambio climático intensifica las precipitaciones. Estas tormentas e inundaciones tan fuertes «se dan con el doble de frecuencia que hace un siglo», añade Latif.[42]

Las fuertes sequías también se extienden por todo el planeta con lo cual se reduce aún más la producción agrícola. La sequía recurrente de los últimos años en el oeste de los Estados Unidos ha reducido drásticamente la producción agrícola de la zona, que supone el 40 % de los ingresos netos del sector agrícola del país, y la posibilidad de que en los próximos decenios el cambio climático pueda convertir en un desierto la zona agrícola más fértil del mundo es motivo de gran preocupación. En 2012, más de 15.000 condados —la mitad de los condados estadounidenses— sufrieron una sequía tan extrema que fueron declarados zonas catastróficas. Estas regiones agrícolas llevan años sufriendo temperaturas de seis a doce grados más altas que las temperaturas históricas medias. En 2013, la temperatura llegó a superar los 40 ºC, seis grados por encima del umbral de tolerancia para la mayoría de los cultivos en zonas templadas. Estos condados están perdiendo con rapidez las aguas superficiales y subterráneas y se ven obligados a traer agua de otras zonas del país, aumentando unos costes de energía ya elevados de por sí.[43] Según un estudio realizado en 2011 por el National Center for Atmospheric Research, es probable que el cambio climático provoque en los Estados Unidos unas sequías aún más graves

que las provocadas en la década de 1930 por una serie de tormentas de polvo y arena conocida como «Dust Bowl».[44]

Las sequías debidas al cambio climático también afectan a otras regiones del mundo, con lo cual se reduce aún más la producción agrícola. Un estudio reciente prevé que a mediados de este siglo la frecuencia de las sequías en todo el mundo será el doble que la actual y que se triplicará a finales de siglo.[45]

El International Food Policy Research Institute publicó en 2009 un informe sobre el impacto del cambio climático en la agricultura del Tercer Mundo que era muy aleccionador, y más teniendo en cuenta que sus previsiones se basaban en cálculos previos que suponían un aumento de la temperatura de solo 3 °C. Es probable que el sur de Asia sea la zona más perjudicada en 2050, con una reducción estimada en relación con los niveles del año 2000 del 50 % en la producción de trigo, del 17 % en la de arroz y del 6 % en la de maíz a causa del impacto del cambio climático. En 2050, la producción de arroz en Asia Oriental y en la zona del Pacífico habrá caído un 20 %, la de soja un 13 %, la de trigo un 16 % y la de maíz un 4 %. Se prevé que en 2050 las calorías medias disponibles habrán caído un 15 % y que el consumo de cereales se habrá reducido un 24 % a causa del cambio climático. Se calcula que el número de niños desnutridos llegará a 59 millones en el sur de Asia y a 14 millones en Asia Oriental y la zona del Pacífico.[46]

También se prevé que el África subsahariana, que ya es una de las regiones más pobres del mundo, se enfrentará a un descenso igualmente devastador de la producción de alimentos porque su agricultura depende de las lluvias. En 2050, la producción de arroz habrá caído un 14 %, la de trigo un 22 % y la del maíz un 5 %. En un subcontinente ya asolado por la malnutrición, para 2050 se prevé una reducción de 500 calorías

por persona y día, que equivale a un descenso del 21 % en el consumo de alimento por persona. Se calcula que el número de niños desnutridos pasará de 33 a 42 millones en los próximos treinta y ocho años, un número que puede llegar hasta los 52 millones si se tienen en cuenta los efectos del cambio climático.[47]

El impacto de este cambio en la agricultura de Oriente Medio y del norte de África en los próximos cuatro decenios es igual de alarmante. La producción de arroz habrá caído un 30 %, la de maíz un 47 % y la de trigo un 20 %. Como en el África subsahariana, el consumo medio de alimento por persona se reducirá en 500 calorías al día y se calcula que en 2050 habrá más de dos millones de niños desnutridos.[48]

En Iberoamérica y en el Caribe las cosas irán algo mejor: la producción de arroz habrá descendido un 6,4 %, la del maíz un 3 %, la de la soja un 3 % y la del trigo un 6 %. En 2050, el consumo por persona y día se habrá reducido en 300 calorías —un 12 % del total— y se calcula que habrá 6,4 millones de niños desnutridos en la región.[49]

La producción agrícola de los países industrializados del norte también se verá afectada por el cambio climático. Se calcula que a finales de este siglo la producción de maíz y soja de los Estados Unidos se habrá reducido entre un 30 y un 46 % si las emisiones de dióxido de carbono son bajas, o entre un 63 y un 82 % si las emisiones son elevadas. Las previsiones basadas en un nivel elevado de emisiones adquieren más importancia porque los datos más recientes indican que irán en aumento. Estas caídas en la producción estadounidense de maíz y soja —del 80 % o más— pueden llegar a ser catastróficas porque este país es el principal exportador de cereal del mundo.[50]

Si no reducimos drásticamente las emisiones que provocan el calentamiento global hasta los niveles recomendados por Hansen y otros climatólogos, lo más probable es que nos sea imposible crear una economía de la abundancia, sobre todo en la alimentación, en los próximos siglos e incluso milenios.

En el siglo XXI, el cambio climático también tendrá un impacto muy negativo en las infraestructuras. Los ciclones tropicales de categoría 3, 4 y 5, y las lluvias torrenciales que provocan inundaciones repentinas y que se desborden los ríos aumentan a un ritmo alarmante y tienen un impacto devastador en las infraestructuras. El huracán Katrina, el ciclón tropical de categoría 3 que arrasó Nueva Orleans y la zona estadounidense del Golfo de México en 2005, causó 1.833 muertes y produjo unos daños en las infraestructuras y en la economía de la zona por valor de casi 148.000 millones de dólares. El Katrina destruyó por completo más de 126.000 viviendas y causó graves daños en 1,2 millones más. Tres millones de personas de ocho estados se quedaron sin electricidad, algunas durante semanas, y 600.000 familias se quedaron sin hogar, muchas de ellas durante meses.[51]

En 2012, Sandy, otro huracán de categoría 3, barrió gran parte de la costa oriental de los Estados Unidos y destrozó infraestructuras vitales de Nueva Jersey a Nueva Inglaterra. Aunque su impacto fue menor que el del Katrina, harán falta años para reparar los daños que causó en su recorrido. Cerca de 8,5 millones de personas se quedaron sin electricidad, 305.000 viviendas acabaron destruidas o dañadas y la ciudad de Nueva York prácticamente se quedó sin transporte público. Se estima que los daños causados solo en Nueva Jersey y en Nueva York superaron los 71.000 millones de dólares.[52]

En todo el mundo hay redes de distribución eléctrica, vías de transporte, redes de telecomunicaciones, sistemas de distribución de agua potable y redes de alcantarillado que no han sido construidos para resistir la furia de un ciclo hidrológico descontrolado. Las infraestructuras energéticas son las más vulnerables. Las centrales eléctricas próximas a ríos y costas suelen estar indefensas frente a la fuerza de las aguas. El tsunami que asoló la costa oriental de Japón en 2011 destruyó la central nuclear de Fukushima y la fusión de cuatro de sus seis reactores liberó radiación por toda la isla; la zona que rodea la central en un radio de treinta kilómetros será inhabitable durante decenios, y puede que durante siglos.[53] Los fenómenos meteorológicos extremos también dañan plataformas petrolíferas y oleoductos y han dado lugar en varias ocasiones a graves vertidos de petróleo.[54]

El suministro de agua para los sistemas de refrigeración de las centrales termoeléctricas y nucleares también sufre cada vez más los efectos de las sequías. El 43 % de toda el agua dulce que se consume cada año en Francia se destina a la refrigeración de reactores nucleares. El agua caliente se devuelve al medio resecando unos ecosistemas ya agostados por las sequías y mermando la producción agrícola. Y si el agua que alimenta los circuitos de refrigeración llega demasiado caliente a causa del calor provocado por el cambio climático, no se puede utilizar para enfriar los reactores y la central nuclear debe reducir su actividad o cerrar del todo. En el verano de 2009, Francia sufrió una ola de calor que afectó al agua destinada a la refrigeración y obligó a cerrar casi una tercera parte de las centrales nucleares del país.[55] La energía nuclear genera el 28 % de la electricidad que se consume en la UE y se prevé que el aumento de las temperaturas causado por el

cambio climático afectará gravemente la capacidad de la UE para generar electricidad en los próximos años.[56]

Las tormentas violentas también causan graves daños en el tendido eléctrico provocando problemas de suministro y una cantidad sin precedentes de cortes y apagones. Además, estos cortes y apagones provocan una cascada de efectos en otras partes de la infraestructura porque la electricidad es necesaria para las comunicaciones, las redes de distribución de agua, las estaciones de bombeo, los equipos informáticos, los surtidores de las gasolineras, etc.

Los fenómenos meteorológicos extremos también afectan a la red viaria porque paralizan el transporte de bienes y personas con el perjuicio consiguiente para la economía. Lo mismo sucede con las infraestructuras ferroviarias y el transporte por ferrocarril. El servicio de metro es muy vulnerable a las inundaciones: el huracán Sandy inundó por completo los túneles del metro de Nueva York en la zona del bajo Manhattan, interrumpiendo el servicio durante días y, en algunos tramos, durante semanas.[57]

Los grandes temporales también obligan a que se cierren cada vez más aeropuertos y el desvío del tráfico aéreo resultante congestiona otros aeropuertos cercanos. Muchos puertos marítimos y muchas vías de navegación fluvial también deben reducir o parar sus actividades a causa de inundaciones, sequías o grandes bancos de niebla.

Las infraestructuras hídricas son muy vulnerables a las alteraciones del ciclo hidrológico. Entre otros efectos, los cambios en las pautas de precipitación provocan sequías que reducen las reservas de agua y las grandes lluvias colapsan los sistemas de drenaje, con lo cual provocan inundaciones. El aumento de la temperatura media del agua también puede

tener un impacto negativo en los procesos biológicos del tratamiento de aguas y en la calidad del agua potable.[58]

Solo en los Estados Unidos, el total del gasto público en infraestructuras supera los 300.000 millones de dólares al año.[59] Se prevé que esta cifra aumente de una manera espectacular en los próximos decenios a causa de los daños causados por unos episodios meteorológicos que cada vez son más extremos y frecuentes. Algunos economistas ya empiezan a afirmar que el precio de mantener la civilización puede llegar a ser tan prohibitivo que la humanidad se vería abocada a un mundo nuevo que hoy apenas podemos imaginar.

Reforzar las infraestructuras de las energías fósiles para que puedan resistir fenómenos meteorológicos extremos no servirá de nada si la sociedad industrial no deja de emitir tanto dióxido de carbono a la atmósfera. Es de necios creer que la violencia de estos fenómenos se puede llegar a contrarrestar aplicando parches al régimen energético que es responsable de las emisiones.

Nuestros esfuerzos deberían centrarse en la sustitución de las energías basadas en combustibles fósiles por energías renovables. La infraestructura IdC ofrece la oportunidad de llevar a cabo esta transición, aunque está por ver si se podrá desplegar en todo el mundo con la rapidez suficiente para reducir de una manera significativa las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero antes de que sea demasiado tarde.

La amenaza del ciberterrorismo

El otro imponderable que podría socavar los intentos de llevar a cabo la transición a una economía de la abundancia sostenible es el ciberterrorismo. La escalada de ataques a infraestructuras por parte de ciberterroristas preocupa a

Gobiernos y empresas de todo el mundo ante la creciente posibilidad de que puedan dañar o incluso inutilizar muchos servicios vitales para el funcionamiento de la sociedad y provocar un apocalipsis de alta tecnología y el colapso de la civilización.

En 2009, unos *hackers* de Corea del Norte cerraron varios sitios web del Departamento del Tesoro, el Servicio Secreto y la Federal Trade Commission de los Estados Unidos. Aquel mismo año se descubrió que unos *hackers* habían insertado un *software* muy sofisticado en la red eléctrica estadounidense para inutilizar el sistema cuando lo creyeran oportuno.[60]

Desde entonces, los ciberataques dirigidos a Gobiernos, empresas e infraestructuras han ido en aumento, y también ha ido en aumento su capacidad destructiva. El fenómeno *hacker* ha pasado de las bromas a la actividad terrorista, creando en la población un temor parecido al que sintió cuando se produjo la proliferación de armamento nuclear en la segunda mitad del siglo XX.

Los ciberterroristas usan programas para provocar daños tanto en el espacio virtual como en el físico. El Center for Strategic and International Studies (CSIS) define el ciberterrorismo como «el uso de las redes informáticas para desactivar infraestructuras nacionales esenciales (como la energía o el transporte) o para coaccionar o intimidar al Gobierno o a la población civil».[61]

En marzo de 2013, muchos usuarios de la tarjeta American Express que intentaban acceder a sus cuentas por Internet se encontraron frente a una pantalla en blanco. El sitio web de AE cayó durante más de dos horas. Este ciberataque formaba parte de una serie de ataques muy coordinados que habían empezado seis meses antes y que habían cerrado

temporalmente las webs de algunas de las instituciones financieras más importantes de los Estados Unidos como Bank of America, JPMorgan Chase y Wells Fargo. Un grupo que se hacía llamar Izz ad-Din al-Qassam Cyber Fighters reivindicó estos ciberataques como represalia por un vídeo de YouTube que hacía burla del Islam. Se especuló con la posibilidad de que detrás de ese grupo estuviera el Gobierno iraní. En la misma línea, los Estados Unidos e Israel usaron Internet para desactivar varias plantas de enriquecimiento de uranio de Irán. La respuesta del Gobierno iraní fue anunciar la creación de un cuerpo de *hackers* para tomar represalias que se conoce con el nombre de Cyber Corps.[62]

La preocupación creciente por los ciberataques ha dado origen a toda una industria dedicada a la «ciberseguridad». Un estudio realizado por Morgan Stanley prevé que el mercado mundial de este sector, que en 2012 ya ascendía a 61.100 millones de dólares, superará los 100.000 millones en 2030.[63]

Los ataques que más preocupan a los Gobiernos son los dirigidos a la red de distribución eléctrica. Como dice un informe de una comisión del Gobierno estadounidense:

> La electricidad es vital para las infraestructuras relacionadas con el suministro y la distribución de alimentos, agua y combustible, así como para las comunicaciones, el transporte, los servicios de emergencia, las transacciones financieras o los servicios de la administración, es decir, para el conjunto de infraestructuras y servicios que sustentan la economía y el bienestar del país.[64]

Si un ciberataque se centrara en los componentes vitales de la red de distribución eléctrica y los desactivara, la población podría quedarse sin electricidad varios meses, todo un año o incluso más. Sin electricidad dejarían de funcionar casi todos los sistemas de la sociedad moderna, como las diversas

infraestructuras relacionadas con el agua, el gas, el transporte, la calefacción y la iluminación. Los estudios indican que la sociedad se sumiría en el caos tras solo unas semanas sin electricidad. Millones de personas podrían morir por falta de alimentos, agua y otros servicios básicos. El Gobierno dejaría de funcionar y el ejército se vería impotente para controlar la situación y restablecer el orden. Quienes sobrevivieran tendrían que abandonar las ciudades y vivir en el campo, y la humanidad volvería a una era preindustrial.

El informe de la comisión concluía diciendo que, «si se perdieran partes importantes de la infraestructura eléctrica durante un período prolongado [...], las consecuencias podrían ser devastadoras y muchas personas podrían morir por falta de los elementos básicos necesarios para sustentar la vida en las comunidades urbanas y suburbanas más densas».[65]

¿Hasta qué punto es vulnerable la red eléctrica de los Estados Unidos?

Si uno o más ciberataques inutilizaran las cerca de 2.000 estaciones de transformación de los Estados Unidos que se encargan de elevar la tensión para la distribución por la red de reparto y de reducirla para la distribución hasta los usuarios finales, los efectos serían catastróficos porque la mayoría de ellas se construyen en el extranjero.[66]

Para construir 2.000 estaciones, enviarlas a los Estados Unidos e instalarlas haría falta un año o más, y todo esto suponiendo que los ciberataques solo se centraran en los transformadores de los Estados Unidos y no en los de Europa o de otros países. Intentemos imaginar a toda una sociedad sin electricidad y sin servicios públicos y privados básicos durante más de un año. Para entonces, los Estados Unidos que conocemos hoy ya habrían dejado de existir.

En junio de 2012, algunos de los mejores expertos en seguridad como Michael Chertoff, exsecretario de Seguridad Nacional, y el general Michael Hayden, exdirector de la National Security Agency, pidieron al Senado estadounidense que aprobara una ley de ciberseguridad para proteger las infraestructuras más vulnerables del país. Señalaron que los atentados del 11-S se podrían haber evitado si se hubieran usado mejor los servicios de inteligencia y advertían de la necesidad de «no encontrarnos en la misma situación cuando seamos el objetivo de un 11-S informático». Su petición finalizaba con esta advertencia: «La cuestión no es "si" esto ocurrirá; la cuestión es "cuándo"».[67]

La National Academy of Sciences destacó las posibles ciberamenazas para la red eléctrica de los Estados Unidos en un informe muy detallado publicado en 2012 que prestaba una atención especial a la vulnerabilidad de las estaciones de transformación. En marzo de 2012, algunos técnicos llevaron a cabo un simulacro basado en el envío de tres transformadores de emergencia de San Luis a Houston y en su posterior instalación para evaluar la capacidad de respuesta ante un ciberataque a los transformadores de la red.[68] Según Richard J. Lordan, del Electrical Power Research Institute (EPRI), el sector eléctrico empieza a preguntarse cuántos transformadores habría que tener en reserva y cuál es la mejor manera de transportarlos y utilizarlos en las regiones más perjudicadas por un ciberataque coordinado a la red eléctrica del país.[69]

Aunque el Congreso estadounidense, el EPRI, la National Academy of Sciences, diversas comisiones gubernamentales y grupos del sector privado son dignos de encomio por llamar la atención sobre estas graves amenazas, sus respuestas son insuficientes porque los distintos escenarios que plantean dan

por sentada una red eléctrica como la que tenemos hoy, basada en una electricidad generada con combustibles fósiles y nucleares que llega a los usuarios finales por un tendido eléctrico de estructura centralizada. El hecho de crear una red inteligente que también estuviera centralizada no haría más que aumentar la vulnerabilidad de la red de distribución eléctrica a posibles ciberataques.

Por desgracia, los Estados Unidos se lo están poniendo en bandeja a los ciberterroristas al empeñarse en construir una red inteligente de estructura centralizada. En cambio, en la Unión Europea y en otros países se están instalando redes inteligentes distribuidas —ejemplos del Internet de la energía— que reducen los daños de un posible ciberataque a gran escala. Si las estaciones de transformación quedaran inutilizadas, un Internet de la energía que abarcara todas las zonas del país permitiría que las distintas comunidades pudieran desconectarse de la red, seguir generando su propia electricidad verde, y compartirla a través de microrredes con sus vecinos y con las empresas locales en una medida que sería suficiente para que la sociedad siguiera funcionando.

Curiosamente, fue la posible vulnerabilidad de la red de comunicaciones de los Estados Unidos lo que inspiró, al menos en parte, la creación de Internet. En la década de 1960 Paul Baran y otros investigadores de la Rand Corporation se preguntaron cómo se podría garantizar el funcionamiento ininterrumpido de la red de comunicaciones del país en el caso de un ataque nuclear. Baran y sus colegas acabaron optando por una red distribuida de grandes ordenadores, carente de control central, que pudiera seguir funcionando aunque un ataque nuclear inutilizara parte del sistema de comunicaciones del país. La idea era crear un sistema de comunicaciones donde los datos pudieran seguir varias rutas distintas para llegar a un

destino dado, de modo que ninguna parte dependiera por completo del funcionamiento de otra. De esta idea surgió una red experimental financiada por la Advanced Research Projects Agency (ARPA) del Departamento de Defensa, a la que llamaron ARPAnet, que conectaba varios ordenadores de las principales universidades y que más adelante se transformaría en Internet.[70]

La arquitectura distribuida del Internet de la energía se basa en una capacidad similar para resistir ciberataques. El problema es que en muchos casos —no solo en los Estados Unidos, sino también en la Unión Europea y en otros países— las microcentrales solares, eólicas, etc. están conectadas a la red eléctrica principal, pero solo para volcar en ella la electricidad que generan. Por lo tanto, si la red general fallara esas microcentrales no servirían. Esta situación se debe a que las eléctricas desean controlar la distribución de la electricidad en la red y no quieren que los contadores inteligentes que hay en cada microcentral y que miden en cada momento la variación del precio de la electricidad —y que comunican estas variaciones a los propietarios de las microcentrales— permitan a los propietarios programar sus sistemas para que viertan electricidad a la red cuando el precio es elevado y se desconecten cuando el precio es bajo para consumir ellos la electricidad que generen.

Los defectos de este sistema quedaron patentes cuando Long Island y las poblaciones costeras de Nueva Jersey se quedaron sin electricidad tras el paso del huracán Sandy. Muchas viviendas y oficinas que contaban con paneles solares en los tejados no los pudieron usar. Ed Antonio, propietario de una casa en el distrito neoyorquino de Queens, la equipó con un sistema solar de 70.000 dólares alimentado por 42 paneles

fotovoltaicos, pero al igual que otras viviendas de la zona equipadas con microcentrales no pudo utilizar su instalación. Los paneles fotovoltaicos como los de Antonio «envían la electricidad que captan al cuadro eléctrico de la casa mediante un inversor fotovoltaico, y la electricidad que sobra se envía a la red eléctrica general».[71] Pero resulta que cuando no hay corriente en la red general el inversor fotovoltaico se cierra para que no envíe corriente a la red mientras los operarios de las compañías eléctricas reparan las líneas.

No obstante, en el mercado ya se encuentran sistemas que permiten a una microcentral seguir funcionando aunque caiga la red. Hay cuadros eléctricos e inversores fotovoltaicos más sofisticados que desvían la electricidad a la vivienda u oficina para que alimente los aparatos imprescindibles, la iluminación y la calefacción o incluso un sistema de recarga para un coche eléctrico.

El ejército estadounidense es el principal impulsor de la investigación, el desarrollo y el uso de tecnologías para microrredes eléctricas. Preocupados por la posibilidad de que un apagón masivo pudiera inutilizar al Ejército, los Departamentos de Defensa y de Energía de los Estados Unidos han iniciado un proyecto de 30 millones de dólares llamado SPIDERS (siglas de Smart Power Infrastructure Demonstration for Energy Reliability and Security). Esta infraestructura para microrredes eléctricas verdes se está instalando en tres bases militares, Camp H. M. Smith y Joint Base Pearl Harbor-Hickam, las dos de Hawái, y Fort Carson, de Colorado. La iniciativa SPIDERS permitirá que estas bases militares puedan seguir operando aunque un ciberataque inutilice la red de distribución eléctrica gracias a la generación local de electricidad verde.[72]

Como sucede con el impacto del calentamiento global en la agricultura y en las infraestructuras que ha dado lugar a una carrera entre el aumento continuo de la temperatura de la Tierra y la rápida construcción de una infraestructura colaborativa IdC que pueda liberar a la sociedad del carbono antes de que se llegue a un punto sin retorno, se está produciendo una carrera similar entre unos ciberterroristas con cada vez más recursos y los partidarios de la generación distribuida de electricidad. La cuestión es si se puede poner en marcha un Internet de la energía con la rapidez suficiente para que centenares de millones de microgeneradores locales puedan funcionar aparte de la red eléctrica principal —cuando sea necesario— para que la economía siga funcionando y se pueda contrarrestar con eficacia cualquier ciberataque dirigido a la red eléctrica del país.

Estos dos imponderables —el cambio climático por un lado y el ciberterrorismo por otro— plantean una amenaza formidable a la seguridad de la humanidad y, al mismo tiempo, ofrecen la oportunidad de iniciar una era sin carbono más sostenible y más igualitaria. Sin embargo, convertir esa amenaza en una oportunidad exigirá algo más que un plan económico viable. Ya contamos con la arquitectura de este plan y con los conocimientos tecnológicos para implementarlo, pero nada de esto servirá sin una revolución en la conciencia humana. Deberemos dejar atrás la estrechez de miras del pasado y empezar a pensar y a actuar como una inmensa familia que convive en una biosfera común. Lo que la especie humana necesita con más urgencia para sobrevivir y prosperar es una manera nueva de vivir en la Tierra.

Capítulo 16

VIVIR EN LA BIOSFERA

La mayor parte de los economistas convencionales siguen convencidos de que la extraordinaria productividad que surge del naciente Internet de las cosas —aunque acerque cada vez más la economía a un coste marginal casi nulo y dé lugar al auge del procomún colaborativo— acabará siendo absorbida por el sistema capitalista; pero es más probable que suceda lo contrario, es decir, que las dos economías se habitúen a actuar conjuntamente hasta que a mediados del siglo XXI predomine el procomún colaborativo y la economía capitalista tenga un papel más complementario.

Mi impresión es que con un compromiso firme, sin errores ni contratiempos costosos, y con un poco de suerte, será posible que se imponga el nuevo paradigma económico. Esta impresión no se basa solo en la intuición o la preferencia, sino en comparaciones históricas y trayectorias actuales. En los Estados Unidos y en Europa, las infraestructuras de las dos primeras revoluciones industriales tardaron treinta años en construirse y otros veinte en madurar.

La trayectoria de la Tercera Revolución Industrial aún es más rápida. La World Wide Web, que nació en 1990 y ha llegado a la madurez en 2014, conecta a gran parte de la humanidad por un medio de comunicación que funciona con unos costes marginales casi nulos. La misma curva exponencial que permitió construir el Internet de las comunicaciones en menos de veinticinco años, se aplica también al Internet de la energía, que sigue una trayectoria similar y ofrece la promesa de que la electricidad verde sea casi universal y con un coste marginal casi nulo dentro de veinticinco o treinta años. Y aunque el Internet de la logística aún se encuentra en una etapa

incipiente, es muy probable que pronto se ponga a la altura de las otras. Por su parte, la impresión 3D está creciendo con más rapidez que el Internet de las comunicaciones cuando se hallaba en una etapa comparable de su evolución.

También hemos visto que la evolución de la economía social en el procomún se acelera más cuanto mayor es el número de prosumidores y cuanto más crece la producción entre iguales en el Internet de las cosas reduciendo los costes de producir, vender y entregar productos y servicios. Los prosumidores y las empresas sociales ya se han hecho con una parte importante de la actividad económica, reduciendo los márgenes de beneficio ya muy escasos de las empresas de la Segunda Revolución Industrial y obligando a cerrar a muchas de ellas.

También confío en que una sociedad de coste marginal casi nulo pueda llevar a la humanidad de una economía basada en la escasez a una economía de abundancia sostenible en la primera mitad del siglo XXI. Y esta confianza no se basa solo en la tecnología, también se basa en la historia de la narración humana. Veamos por qué.

Homo empathicus

Los grandes cambios de paradigma económico que se han producido a lo largo de la historia no solo surgen de la unión de revoluciones en la comunicación y de regímenes de energía en unas configuraciones nuevas y poderosas que cambian la vida económica de la sociedad. La aparición de una matriz nueva de comunicación/energía también transforma la conciencia del ser humano extendiendo el impulso empático a unos ámbitos temporales y espaciales más amplios y uniendo a la humanidad en familias metafóricas más extensas y en sociedades más interdependientes.

En las sociedades primitivas cazadoras-recolectoras, la fuente de energía era el mismo cuerpo humano; por aquel

entonces aún no habíamos domesticado animales como portadores de energía ni sabíamos aprovechar las corrientes de viento y de agua. Cada sociedad cazadora-recolectora creó alguna forma de lenguaje oral para coordinar la caza y la recolección y mantener la vida social. Y toda sociedad cazadora-recolectora —incluso las pocas que todavía quedan actualmente— ha tenido una «conciencia mitológica». En aquellas sociedades, el impulso empático solo abarcaba los lazos de parentesco y los vínculos tribales. Los estudios revelan que las unidades sociales cohesionadas más grandes rara vez superaban las 500 personas, más o menos el número de miembros de familias extensas emparentadas con los que se podían mantener relaciones sociales basadas en la confianza y en algún grado de familiaridad.[1] Cualquier tribu que se adentrara en el territorio migratorio del grupo se consideraba inhumana o incluso demoníaca.

La aparición de las grandes civilizaciones hidráulicas —en Oriente Medio alrededor del año 3500 a. C., en el valle del Yangtzé en 3950 a. C. y en el valle del Indo en 2500 a. C.— se basó en una nueva matriz de comunicación/energía. La creación y el mantenimiento de una agricultura centralizada basada en la irrigación por medio de canales exigían mucha mano de obra y un conocimiento técnico muy avanzado.[2] El régimen de energía —cereal almacenado— dio lugar a la vida urbana, a la construcción de graneros y redes viarias, y a la creación de monedas, mercados y redes de comercio muy extensas. También se crearon burocracias gubernamentales para administrar la producción, el almacenamiento y la distribución de cereal. La administración centralizada de las grandes civilizaciones hidráulicas fue posible gracias a la invención de una nueva forma de comunicación llamada escritura.

La unión entre la escritura y la producción agrícola hidráulica hizo que la psique humana pasara de la conciencia mitológica a una nueva «conciencia teológica». Las grandes religiones aparecieron en el período llamado Edad Axial (entre los años 800 a. C. y 100 d. C.): el judaísmo y el cristianismo en Oriente Medio, el budismo en la India y el confucianismo (un camino espiritual) en la China.

El cambio de la conciencia mitológica a la conciencia teológica dio lugar a una extensión del impulso empático que lo llevó más allá de los lazos de parentesco hasta abarcar familias ficticias basadas en la identidad religiosa, como en los casos del judaísmo y el budismo. En la Roma del siglo I, los primeros cristianos conversos se besaban en las mejillas y se trataban como hermanos y hermanas, un concepto totalmente ajeno para las generaciones anteriores en las que la familia siempre se había limitado a los lazos de parentesco.

Las grandes religiones axiales introdujeron la llamada Regla de Oro, que reza: «Trata a tus semejantes como quieres que te traten a ti». La ampliación de la empatía hasta abarcar estas familias extensas ficticias basadas en la afiliación religiosa hizo que muchas personas establecieran unos vínculos sociales que se extendían por aquel ámbito temporal y espacial mucho más extenso que había surgido de las nuevas civilizaciones nacidas de la unión entre la escritura y la producción agrícola hidráulica.

En el siglo XIX, la convergencia entre la imprenta, los nuevos métodos de fabricación y el sistema de transporte ferroviario, todos ellos basados en el vapor generado por la combustión de carbón, dio lugar a la llamada «conciencia ideológica». La nueva matriz de comunicación/energía hizo posible que el comercio pasara de los mercados locales a los mercados nacionales y consolidó el Estado-nación como forma de

gobierno para administrar el nuevo paradigma económico. Los individuos empezaron a sentirse ciudadanos, miembros de una familia extensa que abarcaba a toda la ciudadanía de un país. Cada Estado-nación creó su propia narración histórica —gran parte de ella ficticia— con descripciones de grandes sucesos, batallas históricas, conmemoraciones colectivas y celebraciones nacionales, todo con el objetivo de extender la sensibilidad empática más allá de los vínculos familiares y religiosos hasta llegar a una idea de nacionalidad. Los hombres y las mujeres de Francia empezaron a considerarse hermanos y hermanas y a sentir empatía mutua como integrantes de una gran familia que ahora abarcaba el nuevo ámbito espacial y temporal del mercado y de las fronteras políticas nacionales que habían surgido de la matriz de comunicación/energía de la sociedad industrial francesa. Muchos otros Estados, como Alemania, Italia, el Reino Unido o los Estados Unidos, también trataron de extender el impulso empático de sus ciudadanos hasta abarcar los límites nacionales.

En el siglo XX, la convergencia entre la electrificación centralizada, el petróleo y el transporte por carretera, así como el nacimiento de una sociedad de consumo masivo, dieron lugar a la transición cognitiva de la conciencia ideológica a la «conciencia psicológica». Estamos tan acostumbrados a pensar de una manera introspectiva y psicoterapéutica y a vivir al mismo tiempo en un mundo interior y en el mundo exterior de una manera que mediatiza continuamente nuestra manera de vivir y de interactuar, que tendemos a olvidar que nuestros bisabuelos y las generaciones que los precedieron eran incapaces de pensar psicológicamente salvo por algunas excepciones muy destacadas a lo largo de la historia. Mis abuelos podían tener un pensamiento ideológico, teológico e

incluso mitológico, pero eran totalmente incapaces de pensar desde un punto de vista psicológico.

La conciencia psicológica extendió el impulso empático más allá de las fronteras políticas hasta incluir vínculos asociativos. Los seres humanos empezaron a sentir empatía en el seno de unas familias ficticias más extensas basadas en las aptitudes profesionales y técnicas, en las preferencias culturales y artísticas, y en toda una gama de atributos que ampliaron los límites de la confianza social más allá del Estado-nación hasta incluir la afinidad con otras personas que pensaran de la misma manera, en un mundo donde la matriz de comunicación/energía y los mercados se extendían por todo el mundo.

Las matrices de comunicación/energía y los paradigmas económicos que las acompañan no anulan la extensión empática ni las formas de conciencia de períodos anteriores, que aún siguen ahí pero formando parte de un ámbito empático más extenso. Las conciencias mitológica, teológica, ideológica y psicológica coexisten formando complejos muy arraigados en la psique de cada individuo y, en mayor o menor medida, en cada cultura. Hoy en día aún existen grupos de cazadores-recolectores que interpretan la realidad con una conciencia mitológica. Otras sociedades están unidas por una conciencia teológica. Y otras han adoptado una conciencia ideológica o psicológica.

Estos cambios de conciencia no se han producido de una manera mecánica o lineal. Se han dado regresiones y períodos de oscuridad donde una forma de conciencia se ha reprimido y ha caído en el olvido para ser redescubierta más adelante. Los renacimientos italiano y nórdico son buenos ejemplos de este redescubrimiento de formas de conciencia pretéritas.

No obstante, se puede detectar una pauta en la evolución humana que se manifiesta en la transformación irregular pero

inequívoca de la conciencia y en la prolongación del impulso empático a las familias ficticias más extensas nacidas de la creciente complejidad e interdependencia de las matrices de comunicación/energía y de los paradigmas económicos.

Si esta aventura suena como una revelación es porque, básicamente, los historiadores se han limitado a describir los episodios patológicos que salpican la historia humana: grandes agitaciones sociales, guerras y genocidios, luchas de poder, catástrofes naturales, resarcimientos de agravios sociales, etc. Su fijación por la cara oscura de la aventura humana es comprensible porque estos hechos extraordinarios o excepcionales captan la atención y dejan una marca indeleble en nuestra memoria colectiva por su carácter insólito y por los grandes cambios que provocan en nuestra vida cotidiana.

Pero si la mayor parte de la historia humana estuviera formada por episodios patológicos y sucesos negativos, si nuestra verdadera naturaleza como especie fuera predadora, violenta, agresiva, volátil e incluso monstruosa, ya haría mucho tiempo que nos habríamos extinguido.

Recuerdo que hace más de treinta años leí un comentario de Georg Wilhelm Friedrich Hegel sobre la naturaleza de la historia humana que me impresionó profundamente y que, en cierto modo, me sirvió de inspiración cuando escribí *La civilización empática*. Hegel decía que «la Historia no es un suelo en el que florezca la felicidad. Los tiempos felices son en ella páginas en blanco, [porque son] períodos de armonía».[3]

Es indudable que la narración histórica de la humanidad tiene otra cara: la evolución de la conciencia humana y la prolongación del impulso empático a ámbitos cada vez más extensos e inclusivos. La faceta de la historia humana sobre la que no se ha escrito incluye los períodos de felicidad y armonía

debidos al impulso del ser humano de superarse sin cesar y de definir su identidad en unos marcos sociales cada vez más avanzados. Estos marcos se convierten en vehículos para crear capital social, explorar el significado de la aventura humana y hallar nuestro lugar en el universo. La empatía es civilización y la civilización es empatía. En el fondo, las dos son inseparables.

La historia del periplo humano revela que la felicidad no se encuentra en el materialismo, sino en la participación empática. Cuando contemplamos nuestra historia personal en el ocaso de nuestra vida, las experiencias que descuellan en nuestro recuerdo rara vez tienen que ver con los bienes materiales, la fama o la fortuna. Lo que más afecta al núcleo de nuestro ser son los momentos de empatía, la sensación de salir de nosotros mismos y sentir la lucha de otros por salir adelante como si fuera nuestra.

Hay personas que confunden la conciencia empática con el utopismo, cuando en realidad es lo contrario. La empatía que cualquiera de nosotros pueda sentir hacia otro ser —sea humano o no— está teñida por la certeza de su mortalidad y por la celebración de su vida presente. El hecho de sentir sus alegrías y sus penas, sus esperanzas y sus temores, nos recuerda constantemente lo precario de nuestra vida. Sentir empatía hacia otro ser es reconocer que su vida es tan única e irrepetible como la nuestra, entender que cada uno de sus momentos —al igual que los nuestros— son irreversibles e irrepetibles y que la vida es frágil, imperfecta y difícil —ya sea el periplo de un ser humano por la civilización ya sea el de un ciervo por los bosques—. Cuando siento empatía percibo la naturaleza frágil y transitoria de la existencia del otro. Sentir empatía es alentar al otro a florecer y a expresar todo su potencial durante su breve estadía. La compasión es nuestra

manera de celebrar la existencia de los demás, de reconocer nuestros lazos comunes como compañeros de viaje en la Tierra.

Ni en el cielo ni en la utopía hay necesidad de empatía porque en esos ámbitos inmateriales no existen el dolor ni el sufrimiento, ni las flaquezas, ni los defectos: solo hay perfección e inmortalidad. Convivir con los demás en una civilización empática es ayudarse mutuamente y, por medio de la compasión, reconocer la realidad de nuestra existencia temporal y celebrar nuestra lucha por salir adelante en un mundo imperfecto. ¿Acaso alguien duda de que los momentos de mayor felicidad siempre son los más cargados de empatía?

Conciencia de la biosfera

Todo lo anterior nos devuelve a la cuestión de fomentar la felicidad individual y colectiva de nuestra especie. A quienes ya no tengan esperanza en el futuro de la humanidad ni en su capacidad para sobrevivir como especie —y menos en la posibilidad de lograr un mínimo de felicidad colectiva— les hago esta pregunta: ¿por qué íbamos a detenernos aquí y poner fin a un viaje que nos ha llevado a una empatía cada vez más inclusiva y a una mayor responsabilidad colectiva? Si hemos pasado de la conciencia mitológica a la teológica, la ideológica y la psicológica, y hemos extendido nuestro impulso empático de los lazos de parentesco a la afiliación religiosa, la identidad nacional y la comunidad asociativa, ¿no es posible imaginar que el siguiente paso en la aventura humana nos lleve a una conciencia de la biosfera y a una expansión de la empatía que incluya a toda la humanidad como una familia y a los otros seres vivos como una extensión de nuestra familia evolutiva?

Una nueva infraestructura inteligente basada en la unión de las comunicaciones, la energía y la logística en un único Internet se está empezando a extender como la tecnología Wi-

Fi, de un nodo a otro y de una región a otra, cruzando los continentes y conectando la sociedad en una gran red neural mundial. La conexión entre todos los seres y todas las cosas —el Internet de las cosas— transformará la historia de la humanidad al permitir que nuestra especie, a través de la empatía, se una en una sola familia extensa por primera vez en la historia. Hay una generación que estudia en aulas globales por medio de Skype, que trata con personas de todo el mundo en Facebook y que charla con centenares de millones de camaradas en Twitter; que comparte vivienda, ropa y prácticamente todo lo demás en el Internet de las comunicaciones; que genera y comparte electricidad verde por todo el mundo en el Internet de la energía; que comparte automóviles, bicicletas y transporte público en el Internet de la logística; y que, gracias a todo esto, hace que la humanidad deje atrás su firme lealtad con un crecimiento material ilimitado y desenfrenado y se comprometa como especie con una economía sostenible. Y esta transformación va acompañada de un gran cambio en la psique humana: el salto a la Edad Colaborativa y la conciencia de la biosfera.

La sensibilidad colaborativa es el reconocimiento de que nuestras vidas personales están íntimamente entrelazadas y de que, al fin y al cabo, nuestro bienestar personal depende del bienestar de las comunidades más amplias en las que vivimos. Este espíritu colaborativo se está empezando a extender a la biosfera. Niños de todo el mundo aprenden el significado de la expresión «huella ecológica» y entienden que todo lo que hace el ser humano —y, en el fondo, lo que hace todo ser vivo— deja una huella ecológica que afecta al bienestar de otro ser, humano o no humano, en otro lugar de la biosfera terrestre. Sacan sus propias conclusiones y se dan cuenta de que todos los seres forman parte de innumerables relaciones simbióticas y

sinérgicas en los ecosistemas que forman la biosfera, y que el funcionamiento correcto de todo el sistema depende de que las relaciones entre todas las partes sean sostenibles. Esta generación crece sabiendo que la biosfera es nuestra comunidad planetaria y que su salud determina la nuestra.

Los jóvenes de hoy, que se relacionan en el espacio virtual y físico, prescinden de los límites ideológicos, culturales y comerciales que han separado «lo mío» de «lo tuyo» en un sistema capitalista que se basa en relaciones de propiedad privada, en intercambios en los mercados y en fronteras nacionales. La expresión «código abierto» se ha convertido en una especie de mantra para una generación que contempla las relaciones de poder de una manera totalmente diferente a como las veían sus padres y abuelos. En un mundo caracterizado por la geopolítica, la conversación se centra en quién debe poseer y controlar los medios de producción, una conversación donde la derecha opta por el capitalismo y la izquierda por el socialismo. Sin embargo, la Generación Y rara vez habla de derechas e izquierdas o de capitalismo y socialismo. Cuando los jóvenes de esta generación juzgan la conducta política lo hacen con una perspectiva distinta. Se preguntan si la conducta institucional política, empresarial o educativa es centralizada, jerárquica, patriarcal, cerrada y privada, o si es distribuida, colaborativa, transparente, abierta y paritaria, y es la expresión del poder horizontal. Los jóvenes van más allá del mercado capitalista aunque lo sigan utilizando. Se sienten cómodos viviendo gran parte de su vida económica en un procomún colaborativo conectado en red y participando en la economía social tanto como en la economía de mercado.

Esta nueva mentalidad de apertura está derribando los muros que siempre han separado al ser humano por razones de sexo, clase, raza, etnia y orientación sexual. La empatía se

expande horizontalmente con la misma rapidez que las redes globales que conectan todo el mundo. Centenares de millones de seres humanos —y sospecho que hasta miles de millones— empiezan a sentir al «otro» como si fueran ellos mismos, ahora que la empatía se convierte en la prueba definitiva de toda sociedad verdaderamente democrática. Aunque con menos intensidad, millones de personas, en su mayoría jóvenes, también empiezan a extender su impulso empático a todos los seres vivos, desde los pingüinos y los osos polares que aún viven en los polos, hasta las muchas especies en peligro de extinción que habitan los pocos ecosistemas vírgenes que quedan. Los jóvenes empiezan a vislumbrar la oportunidad de crear una civilización empática integrada en la comunidad de la biosfera. Hoy por hoy, gran parte de esta visión es más una esperanza que una certidumbre, pero en el aire se percibe la indudable sensación de que es posible.

Epílogo

UN APUNTE PERSONAL

Aún no sé muy bien qué pensar sobre el final de la era capitalista. Estoy convencido de que la llegada del procomún colaborativo ofrecerá el mejor medio para salvar el planeta y fomentar una economía sostenible basada en la abundancia. Admiro profundamente algunos aspectos del capitalismo, pero hay muchos que aborrezco con la misma intensidad. Sospecho que sienten lo mismo muchas otras personas, entre ellas hombres y mujeres que han llevado las riendas del sistema capitalista y han vivido muy de cerca su dinamismo creativo y sus destructivos excesos.

Crecí en una familia de mentalidad empresarial. Mi padre, Milton Rifkin, fue empresario toda su vida. Tras una breve y fallida etapa como actor en algunas películas de Hollywood hacia finales de los años veinte, mi padre se convirtió en empresario, una vocación a la que dedicaría el resto de su vida. Y no es de extrañar. En muchos aspectos, los empresarios son como artistas del mercado, siempre a la búsqueda de narraciones comerciales nuevas y creativas que puedan cautivar al público y lo atraiga al universo que han creado, como hacía Steve Jobs. Desde Thomas Edison hasta Sergey Brin y Larry Page, han sido muchos los empresarios que han entusiasmado a las multitudes con innovaciones que han transformado su vida cotidiana.

Mi padre fue uno de los pioneros de la revolución de los plásticos. Y antes de que nadie se ría diré que cuando Mr. McGuire se dirigió al joven Ben en la película *El graduado* y le susurró una sola palabra, «plásticos», me encogí en la butaca del cine, con una mezcla de satisfacción y de vergüenza, pensando que era mi padre susurrándomelo a mí. Mi padre se

pasó años intentando atraerme al negocio familiar de los plásticos revelándome el brillante futuro que esperaba a la humanidad en una sociedad envuelta en plástico, el material milagroso.

Que yo sepa, mi padre fue de los primeros fabricantes que hicieron bolsas de plástico con polietileno a principios de la década de 1950. Mientras que a los jóvenes de hoy les es imposible imaginar un mundo sin plástico, entonces fue toda una novedad porque los envases y embalajes solían estar hechos de papel, cartón, lona, arpillera, metal, vidrio o madera.

Recuerdo que mi padre hacía que nos sentáramos todos junto a la diminuta mesa de la cocina mientras nos contaba sus ideas sobre los posibles usos de las bolsas de plástico. ¿Por qué no envolver con ellas los comestibles, los trajes de las lavanderías o los electrodomésticos de los grandes almacenes? Quizá fuimos la primera familia que envolvió con plástico todo el mobiliario. Aún puedo recordar la sensación pegajosa de aquellas fundas en los días calurosos de verano, cuando aún llevaba pantalones cortos y me dejaba caer en el sofá.

El entusiasmo de mi padre era contagioso. Con su alma de actor envolvía a sus posibles compradores con sus argumentos y los convertía a la causa de un mundo transformado por el plástico.

Durante sus casi veinticinco años como empresario en la industria del plástico, nunca oí hablar a mi padre de las recompensas económicas de su trabajo. Aunque estoy seguro de que las tenía muy presentes, estaba mucho más interesado en el juego empresarial en sí. Veía su actividad como algo creativo, más como un arte que como una industria. Su ambición era influir positivamente en la vida de la gente dándoles algo de sí mismo. Aunque su modesto empeño no se podía comparar al de los grandes gigantes empresariales que crearon la economía

capitalista, las vidas de muchos innovadores e inventores han seguido un guión muy parecido.

Con esto no quiero decir que los intereses pecuniarios no entren en juego, pero muchos empresarios que he conocido con los años están más motivados por el acto creativo que por el dólar todopoderoso. La obsesión crematística suele aparecer más adelante, cuando las empresas maduran, pasan a cotizar en bolsa y caen en manos de accionistas cuyo único interés es el rendimiento de su inversión. Hay innumerables historias de empresarios expulsados de sus propias empresas por directivos profesionales que habían contratado para que las empresas abandonaran su faceta creativa y pasaran a ser sociedades «serias y solventes», un eufemismo que significa centrar más la atención en la rentabilidad.

Naturalmente, en aquella época mi padre ni siquiera imaginaba que los millones de bolsas de plástico que vendía acabarían en vertederos y contaminarían el medio ambiente. Tampoco pudo prever que los productos petroquímicos usados para extrudir polietileno emitirían dióxido de carbono y tendrían un papel fundamental en la alteración del clima del planeta.

Reflexionando sobre la carrera de mi padre me ha quedado claro que, en el fondo, la mano invisible de la que habló Adam Smith hace 237 años en *La riqueza de las naciones* no es tan invisible. Es la iniciativa empresarial que llevó a mi padre y a muchos empresarios como él a innovar, a reducir costes marginales, a introducir servicios y productos más baratos en el mercado y a impulsar el crecimiento económico. Y esta iniciativa empresarial nos está llevando ahora a unos costes marginales casi nulos y a una nueva era económica de la historia donde más y más bienes y servicios serán casi gratuitos y se compartirán en un procomún colaborativo.

Para quienes siempre han mirado con escepticismo los supuestos operativos de la oferta y la demanda de la mano invisible, la cercanía de una sociedad de coste marginal casi cero —el estado de máxima eficiencia— es una prueba «visible» de que el sistema descrito por Smith realmente funciona, aunque yo añadiría cuatro salvedades. La primera es que la mano invisible solía ralentizarse o quedarse totalmente bloqueada durante largos períodos de tiempo a causa de la inevitable concentración de poder monopolístico que tanto ha frustrado la innovación en casi todos los sectores comerciales. En segundo lugar, la mano invisible ha hecho muy poco por garantizar que los aumentos de la productividad y de los beneficios se compartan con los trabajadores que han contribuido a ellos. Los trabajadores han tenido que luchar contra la dirección en cada paso de esta aventura uniéndose en sindicatos y en grupos políticos para obtener una compensación justa por su trabajo. En tercer lugar, si bien el capitalismo ha mejorado muchísimo la vida de todos los integrantes del sistema, el historial de su actuación en los márgenes de ese sistema, donde los recursos humanos casi siempre han sido explotados sin piedad para beneficiar a «los de dentro», ha sido infame desde todo punto de vista razonable. Y, en cuarto lugar, la lógica operativa de la oferta y la demanda de la mano invisible nunca se ha extendido más allá de los confines del mecanismo del mercado y, por lo tanto, nunca se ha hecho responsable de los daños que el sistema capitalista ha causado al medio ambiente del que ha extraído sus materias primas y en el que ha vertido sus residuos.

Con todo, la mano invisible de Smith ha demostrado ser una fuerza social formidable, aunque no por las razones filosóficas que Smith planteó. Su teoría se basaba en la idea de que en una economía de mercado cada persona mira por su interés

personal cuando adquiere e intercambia propiedad, sin ninguna intención de promover el interés público, aunque con ello favorece «inadvertidamente» el bienestar general de la sociedad.

Estas son las palabras exactas de Smith:

> Cada individuo en particular se afana continuamente en buscar el empleo más ventajoso para el capital de que puede disponer. Ninguno se propone, por lo general, promover el interés público, ni sabe hasta qué punto lo promueve [...], solo piensa en su ganancia propia; pero en este, como en otros muchos casos, es conducido por una mano invisible a promover un fin que no entraba en sus intenciones. Mas no implica mal alguno para la sociedad que tal fin no entre a formar parte de sus propósitos, pues al perseguir su propio interés, promueve el de la sociedad de una manera más efectiva que si esto entrara en sus designios. No son muchas las cosas buenas que vemos ejecutadas por aquellos que presumen de servir solo el interés público.[1]

Extrañamente, al dar a entender que la gente no tiene presentes los intereses de los demás, Smith malinterpreta la dinámica de uno de los principios fundamentales de la teoría económica clásica: la búsqueda incansable por parte del vendedor de innovaciones que aumenten la productividad, que le permitan reducir los costes operativos y el precio de sus productos y servicios para atraer a posibles compradores, mejorar sus márgenes de beneficio y aumentar su cuota de mercado. De algún modo, Smith pasó totalmente por alto el elemento fundamental que une a vendedor y comprador en una relación recíproca y que hace que la mano invisible funcione: el papel del vendedor al atender el bienestar del comprador ofreciendo continuamente mejores productos y servicios a precios más bajos. Los empresarios capitalistas prosperan si son conscientes de las necesidades, las carencias y los deseos de

los compradores y los satisfacen. Los empresarios o las empresas que no tienen presente el bienestar de sus posibles clientes no suelen durar mucho tiempo.

Dicho en otras palabras, al empresario le conviene ser sensible al bienestar de los demás si quiere tener éxito. Henry Ford lo entendió y convirtió en la misión de su vida la creación de un automóvil barato y duradero que facilitara la vida de millones de personas poniéndolas al volante de su propio vehículo. También lo entendió Steve Jobs. Su gran pasión fue satisfacer las necesidades y aspiraciones de una población con mucha movilidad y conectada con todo el mundo ofreciéndole las tecnologías de comunicación más avanzadas. Este papel dual consistente en buscar el interés personal y empresarial promoviendo el bienestar de los demás en el mercado es lo que nos ha ido acercando cada vez más a una sociedad de coste marginal casi nulo.

El hecho de aproximarse a unos costes marginales casi nulos y a unos bienes y servicios casi gratuitos no solo ha validado en parte la lógica operativa de la mano invisible sino que, curiosamente, también ha validado el utilitarismo de David Hume, Jeremy Bentham y otros en defensa del capitalismo de mercado. Recordemos que, para Hume y Bentham, el intercambio de propiedad privada en el mercado es una convención puramente humana que no tiene ninguna base en la ley natural y se justifica porque es el mejor mecanismo para «promover el bienestar general». ¿Estaban en lo cierto?

Puesto que el mecanismo del mercado nos ha ayudado a acercarnos a unos costes marginales casi nulos y a la promesa de unos bienes y servicios casi gratuitos —lo que se considera el estado de eficiencia óptima para fomentar el bienestar general—, la afirmación de Hume y Bentham de que el intercambio de propiedad privada en los mercados es el mejor

medio para fomentar este bienestar general ha demostrado su valor utilitario. Lo irónico es que cuando se llega a un coste marginal casi nulo, los bienes y servicios se hacen casi gratuitos, los márgenes de beneficios se evaporan y el intercambio de propiedad privada en los mercados pierde su razón de ser. El mecanismo del mercado es cada vez más innecesario en un mundo de bienes y servicios casi gratuitos organizado en torno a una economía de la abundancia, y el capitalismo se contrae hasta ocupar un nicho del ámbito económico.

Así pues, deberíamos decir que el utilitarismo de Hume y Bentham, ligado al intercambio y la acumulación de propiedad privada en el mercado del capitalismo, nunca pretendió ser una verdad eterna sino solo una descripción concreta de las fuerzas económicas que acabarían conformando la primera y la segunda revoluciones industriales de los siglos XIX y XX. Sin duda, los economistas utilitarios del siglo XIX y sus seguidores del siglo XX se quedarían de piedra con solo pensar en la posibilidad de que la teoría que propugnaban siguiera su curso, pero no sin haber llevado antes a la sociedad a la cima de un orden económico nuevo donde el bienestar general se fomenta mejor mediante iniciativas colaborativas que actúan en inmensos procomunes conectados en red en una economía social en constante evolución.

Hay que reconocer que la idea misma de que un sistema económico organizado en torno a la escasez y los beneficios pudiera conducir a una economía de abundancia y de bienes y servicios casi gratuitos parece tan ilógica que es difícil de aceptar; pero esto es lo que está sucediendo.

Juzgar el sistema capitalista al final de su reinado no es fácil. El mercado capitalista no ha sido el salvador que anunciaban sus seguidores más fanáticos. Tampoco ha sido la

encarnación del demonio como nos advertían sus críticos más exaltados. Más bien ha sido el mecanismo más eficiente y ágil en un época dada para organizar una economía con unas matrices de energía y de comunicación y unas industrias que exigían grandes concentraciones de capital financiero para sustentar grandes empresas de integración vertical y las economías de escala que las acompañaban.

Así pues, mientras celebro —no sin ciertas reservas— la iniciativa empresarial que sirvió de impulso a mi padre y a tantos otros, no lamento la desaparición del capitalismo. El nuevo empresariado social que anima a una generación inserta en redes colaborativas en un procomún —y que es abrazado con la misma pasión que el empresariado comercial inserto en los mercados— es de otra clase. El nuevo espíritu es menos autónomo y más interactivo, se ocupa menos de los propios intereses pecuniarios, está más comprometido con promover la calidad de vida, le interesa menos acumular capital de mercado que capital social, se ocupa menos de poseer y tener y más de acceder y compartir, es menos explotador y se rige más por la sostenibilidad y la protección de los ecosistemas de la Tierra. Los nuevos empresarios sociales se guían menos por la mano invisible y más por la mano tendida. Son mucho menos utilitaristas y su compromiso empático es mucho mayor.

Mientras que la lógica inherente a la mano invisible y al mecanismo del mercado nos ha ayudado a llegar a esta encrucijada decisiva en el camino hacia una sociedad de coste marginal casi nulo que ofrece la posibilidad de pasar de una economía basada en la escasez a una economía basada en una abundancia sostenible, hay que decir que esto no solo es obra de los empresarios y que deben compartir el mérito con visionarios comprometidos con la idea de una economía social en el procomún. La curva exponencial que siguió la evolución

de la informática y que ayudó a reducir casi a cero el coste marginal de producir y enviar información fue impulsada, fundamentalmente, por grandes empresas. Por otro lado, recordemos que Internet fue creado por científicos que trabajaban para el Gobierno estadounidense y por académicos, y que la World Wide Web se debe a un informático interesado en fomentar el procomún. El sistema GPS, las pantallas táctiles y los asistentes personales que se activan por la voz como Siri —tecnologías esenciales para la «inteligencia» del iPhone— son el resultado de numerosas investigaciones financiadas con fondos públicos. Linux, Wikipedia y los MOOC se han inspirado en gran medida en la economía social, mientras que Facebook y Twitter son empresas comerciales cuyo éxito depende de crear procomunes sociales con la esperanza de obtener beneficios económicos. Los grandes avances en el campo de las energías renovables han surgido de laboratorios públicos y universitarios y de empresas privadas que actúan en el mercado. Del mismo modo, la revolución de la impresión 3D está siendo impulsada por *fab labs* sin ánimo de lucro y por empresas comerciales.

La cuestión es que si bien la iniciativa empresarial del mercado contribuye a que los costes marginales se acerquen a cero y que los bienes y servicios sean casi gratuitos, lo hace sirviéndose de una infraestructura cuya existencia se debe a la creatividad del sector público, la economía social del procomún y el mercado. Las contribuciones de estos tres sectores indican que el nuevo paradigma económico seguirá siendo una iniciativa en la que participarán los tres, aunque es muy probable que a mediados de siglo el procomún defina gran parte de la vida económica de la sociedad.

Quisiera dirigir mis comentarios finales a quienes están inmersos en el sistema capitalista y temen que la proximidad de una sociedad de coste marginal casi nulo augure su ruina.

Las economías nunca son estáticas. Seguirán evolucionando y, en ocasiones, adoptarán formas totalmente nuevas. Del mismo modo, las empresas comerciales van y vienen siguiendo los cambios de la economía. Peter Senge, de la MIT Sloan School of Management, señala que la vida media de una empresa de la lista Fortune 500 solo es de unos treinta años. En efecto, de las 500 empresas más grandes que entraron en la primera lista Fortune de 1955, solo quedaban 71 en 2012.[2]

No se trata de que un día nos despertemos y veamos que, de la noche a la mañana, el antiguo orden económico ha sido sustituido por un régimen nuevo. Recordemos que la Segunda Revolución Industrial nació en la década de 1890, cuando la Primera Revolución Industrial se hallaba en su auge, y que evolucionó en paralelo a ella durante otro medio siglo hasta que se acabó convirtiendo en la fuerza económica dominante. En aquella larga transición, muchas industrias y empresas de la Primera Revolución Industrial se fueron marchitando hasta desaparecer, pero no todas sucumbieron. Sobrevivieron las que se reinventaron y hallaron el equilibrio adecuado para actuar a caballo entre las dos eras y fueron abandonando el modelo antiguo y adoptando el nuevo con cautela. Muchas empresas que nacieron entonces supieron aprovechar las nuevas oportunidades que trajo la Segunda Revolución Industrial y ocuparon con rapidez el resto del tablero.

Del mismo modo, hoy hay muchas empresas de la Segunda Revolución Industrial que se hallan frente a una oportunidad semejante. Algunas ya se han subido al tren de la Tercera Revolución Industrial incorporando a su oferta los nuevos servicios y modelos de negocio y afrontando esta transición con estrategias para seguir el ritmo del cambio de paradigma hacia

una economía híbrida entre el procomún colaborativo y el mercado capitalista convencional.

Las poderosas fuerzas sociales desatadas por la naciente sociedad de coste marginal cercano a cero son disruptivas y liberadoras al mismo tiempo. Es muy improbable que se puedan detener o invertir. La transición de la era capitalista a la Edad Colaborativa va cobrando impulso en todo el mundo, y es de esperar que lo haga a tiempo de restablecer la biosfera y de crear una economía global más justa, más humanizada y más sostenible para todos los seres humanos de la Tierra en la primera mitad del siglo XXI.

BIBLIOGRAFÍA

Adams, Richard Newbold, *Energy and Structure: A Theory of Social Power*, Austin, University of Texas Press, 1924.

Anderson, Benedict, *Imagined Communities: Reflections on the Origin and Spread of Nationalism*, Londres, Verso, 1983.

Anderson, Chris, *Free: How Today's Smartest Businesses Profit By Giving Something For Nothing*, Nueva York, Hyperion, 2009 (trad. cast.: *Gratis: el futuro de un precio radical*, Barcelona, Urano, 2009).

—, *Makers*, Londres, Random House, 2012 (trad. cast.: *Makers: la nueva revolución industrial*, Barcelona, Urano, 2013).

Anderson, Robert, *Fundamentals of the Petroleum Industry*, Norman, University of Oklahoma Press, 1984.

Anielski, Mark, *The Economics of Happiness*, Gabriola Island BC,CA, New Society Publishers, 2007.

Appleby, Joyce, *The Relentless Revolution*, Nueva York, W.W. Norton, 2010.

Ariès, Philippe, *The Hour of Our Death*, Nueva York, Oxford University Press, 1981 (trad. cast.: *Ensayos sobre la historia de la muerte en Occidente*, Barcelona, Argos Vergara, 1982).

Axelrod, Robert, *The Evolution of Cooperation*, Nueva York, Basic Books, 1984 (trad. cast.: *La evolución de la cooperación: el dilema del prisionero y la teoría de juegos*, Madrid, Alianza, 1996).

Ayres, Robert y Edward Ayres, *Crossing The Energy Divide*, Upper Saddle River, NJ, Wharton School Publishing, 2010.

Ayres, Robert y Benjamin Warr, *The Economic Growth Engine: How Energy and Work Drive Material Prosperity. Laxenburg: The International Institute for Applied Systems Analysis*, 31 de octubre de 2010.

Bakan, Joel, *The Corporation: The Pathological Pursuit of Profit and Power*, Nueva York, Free Press, 2004 (trad. cast.: *La corporación*, Barcelona, Volter, 2006).

Banks, James A. y Cherry A. McGee Banks (comps.), *Multicultural Education: Issues and Perspectives*, 6ª ed., Hoboken, NJ, John Wiley & Sons, 2007.

Barlow, Maude y Clarke Tony, *Blue Gold*, Nueva York, The New Press, 2002 (trad. cast.: *Oro azul: las multinacionales y el robo organizado de agua en el mundo*, Barcelona, Paidós Ibérica, 2004).

Barnes, Peter, *Who Owns The Sky?*, Washington, DC, Island Press, 2001.

—, *Capitalism 3.0: A Guide to Reclaiming the Commons*, San Francisco, Berrett-Koehler Publishers, 2006.

Belgin, Stephen y Bernard Lietaer, *New Money for a New World*, Boulder, CO, Qiterra Press, 2005.

Beniger, James R., *The Control Revolution: Technological and Economic Origins of the Information Society*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1986.

Benkler, Yochai, *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*, New Haven, CT, Yale University Press, 2006.

Bentham, Jeremy y Etienne Dumont, *Tratado sobre la legislación civil y penal*, Madrid, Editora Nacional, 1981.

Berle, Adolf A. y Gardiner C. Means, *The Modern Corporation & Private Property*, New Brunswick, Transaction Publishers, 2010.

Blanning, Tim, *The Romantic Revolution*, Nueva York, Modern Library, 2011.

Bok, Derek, *The Politics of Happiness*, Princeton, NJ, Princeton University Press, 2010.

Bollier, David, *Silent Theft: The Private Plunder of Our Common Wealth*, Nueva York, Rutledge, 2003.

—, *Viral Spiral*, Nueva York, The New Press, 2008.

Bonpasse, Morrison, *The Single Global Currency*, Newcastle, ME, Single Global Currency Association, 2006.

Borbely, Anne-Marie y Jan F. Kreider, *Distributed Generation: The Power Paradigm for the New Millennium*, Washington DC, CRC Press, 2001.

Botsman, Rachel y Roo Rogers, *What's Mine Is Yours: The Rise of Collaborative Consumption*, Nueva York, HarperCollins, 2010.

Boyle, James, *Cultural Environmentalism and Beyond*, San Francisco, Creative Commons, 2007.

Brewer, Richard, *Conservancy: The Land Trust Movement in America*, Hanover, NH, Dartmouth College Press, 2003.

Brock, Gerald W., *The Telecommunications Industry: The Dynamics of Market Structure*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1981.

Bryant, John, *Thermodynamics: A Thermodynamic Approach to Economics*, 2ª ed., Herts, RU, VOCAT International Ltd, 2011.

Brynjolfsson, Erik y Andrew MaAfee, *Race Against the Machine: How the Digital Revolution Is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*, Lexington, MA, Digital Frontier Press, 2011 (trad. cast.: *La carrera contra la máquina: cómo la revolución digital está*

acelerando la innovación, aumentando la productividad y transformando irreversiblemente el empleo y la economía, Barcelona, Antoni Bosch Editor, 2013).

Burger, Christoph y Jens Weinmann. *The Decentralized Energy Revolution*, Nueva York, Palgrave Macmillan, 2013.

Carr, Nicholas, *The Big Switch*, Nueva York, W.W. Norton, 2009 (trad. cast.: *El gran interruptor: el mundo en red, de Edison a Google*, Barcelona, Deusto, 2009).

Chambers, Ann, *Distributed Generation*, Tulsa, PennWell Corporation, 2001.

Chandler Jr. y D. Alfred, *The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business*, Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press, 1977 (trad. cast.: *La mano visible: la revolución en la dirección de la empresa norteamericana*, La Roca del Vallès, Barcelona, Belloch, 2008).

Chesbrough, Henry, *Open Innovation*, Boston, Harvard Business School Press, 2006.

Christman, John, *The Myth of Property: Toward an Egalitarian Theory of Ownership*, Nueva York, Oxford University Press, 1994.

Dalai Lama y Howard Cutler, *The Art of Happiness*, Londres, Hodder and Stougton, 2009 (trad. cast.: *El arte de la felicidad*, Barcelona, Grijalbo, 1999).

Daly, Herman, *Beyond Growth*, Boston, Beacon Press, 1996 (trad. cast.: *Crisis ecológica y sociedad*, Alzira, Germania, 1997).

Daly, Hermen E. y John Cobb Jr., *For The Common Good*, Boston, Beacon Press, 1999.

Danielian, Noobar Retheos, *AT&T: The Story of Industrial Conquest*, Nueva York, Vanguard Press, 1939.

Darwin, Charles, *The Variation of Animals and Plants Under Domestication*, vol. 1, Londres, John Murray, 1899 (trad. cast.: *La variación de los animales y las plantas bajo domesticación*, Madrid, Los Libros de la Catarata, s.f.).

De Forest Sackett, Ross, *Time, Energy, and the Indolent Savage: A Quantitative Cross-Cultural Test of the Primitive Affluence Hypothesis*, Los Ángeles, Universidad de California, 1996.

De Grazia, Sebastian, *Of Time, Work, and Liesure*, Garden City, NJ, Anchor Books, 1964 (trad. cast.: *Tiempo, trabajo y ocio*, Madrid, Tecnos, 1966).

De Soto, Hernando, *The Mystery of Capital*, Nueva York, Basic Books, 2011 (trad. cast.: *El misterio del capital: por qué el capitalismo triunfa en Occidente y fracasa en el resto del mundo*, Barcelona, Península, 2001).

Dobb, Maurice, *Studies in the Development of Capitalism*, Nueva York, International Publishers, 1947 (trad. cast.: *Estudios sobre el desarrollo del capitalismo*, Madrid, Siglo XXI, 1988).

Doctorow, Cory, *Over Clocked: Stories of the Future Present*, Nueva York, Thunder's Mouth Press, 2007.

Dugger, William y James Peach, *Economic Abundance: An Introduction*, Nueva York, M. E. Sharpe, 2009.

Dunbar, Robin, *Grooming, Gossip, and the Evolution of Language*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1998 (trad. cast.: *La odisea de la humanidad: una nueva historia de la evolución de la raza humana*, Barcelona, Crítica, 2007).

Eisenstein, Charles, *Sacred Economics: Money, Gift and Society in the Age of Translation*, Berkeley, CA, Evolver Editions, 2011.

Eisenstein, Elizabeth L., *The Printing Revolution in Early Modern Europe*, Cambridge, Cambridge University

Press, 1983 (trad. cast.: *La revolución de la imprenta en la Edad Moderna europea*, Madrid, Akal, 1994).

Elkington, John, *The Zeronauts: Breaking the Sustainability Barriers*, Washington, DC, EarthScan, 2012.

Epstein, S. R. y Maarten Prak, *Guilds, Innovation and the European Economy, 1400-1800*, Cambridge, Cambridge University Press, 2008.

Faraone, Chris, *99 Nights With the 99 Percent*, EUA, Write To Power, 2012.

Ford, Martin, *The Lights in the Future*, EUA, Acculant Publishing, 2009.

Frey, Bruno S., *Happiness: A Revolution in Economics*, Cambridge, MA, MIT Press, 2010.

Frieden, Jeffry A., *Global Capitalism*, Nueva York, W.W. Norton, 2006 (trad. cast.: *Capitalismo global: el transfondo económico de la historia del siglo XX*, Barcelona, Crítica, 2013).

Frischmann, Brett M., *Infrastructure: The Social Value of Shared Resources*, USA, Oxford University Press, 2013.

Fyfe, Aileen, *Steam-Powered Knowledge: William Chambers and The Business of Publishing, 1820-1860*, Chicago, University of Chicago Press, 2012.

Ganksky, Lisa, *The Mesh*, Nueva York, Penguin Portfolio, 2010.

Gershenfeld, Neil, *Fab*, Nueva York, Basic Books, 2005.

Ghosh, Rishab, *Code*, Cambridge, MA, MIT Press, 2005.

Gimpel, Jean, *The Mediaeval Machine: The Industrial Revolution of the Middle Ages*, Londres, Penguin, 1977 (trad. cast.: *La revolución industrial en la Edad Media*, Madrid: Taurus, 1982).

Graham, Carol, *The Pursuit of Happiness: An Economy of Well-Being*, Washington, DC, Brookings Institution, 2011.

Greco Jr., Thomas H. *Money, Understanding and Creating Alternatives to Legal Tender*, White River Junction, VT, Chelsea Green, 2001.

Gupta, Shanti, *The Economic Philosophy of Mahatma Gandhi*, Nueva Delhi, Concept Publishing Company, 1994.

Haber, Samuel, *Efficiency and Uplift: Scientific Management in the Progressive Era 1890-1920*, Chicago, University of Chicago Press, 1964.

Habermas, Jurgen, *The Structural Transformation of the Public Sphere*, Cambridge, MA, MIT Press, 1991 (trad. cast.: *Historia y crítica de la opinión pública: la transformación estructural de la vida pública*, Barcelona, Gustavo Gili, 2012).

Haidt, Jonathan, *The Happiness Hypothesis*, Nueva York, Basic Books, 2006 (trad. cast.: *La hipótesis de la felicidad: la búsqueda de verdades modernas en la sabiduría antigua*, Barcelona, Gedisa, 2006).

Hannesson, Rognvaldur, *The Privatization of the Oceans*, Cambridge, MA, MIT Press, 2004.

Haque, Umair, *The New Capitalist Manifesto*, Harward Business Review Press, 2011 (trad. cast.: *El nuevo manifiesto capitalista*, Barcelona, Deusto, 2012).

Hart, Sura y Victoria Kindle Hodson, *The Compassionate Classroom: Relationship Based Teaching and Learning*, Encinitas, CA, Puddle Dancer Press, 2004.

Havelock, Eric A., *Preface to Plato*, Cambridge, MA, Belknap Press, 1963 (trad. cast.: *Prefacio a Platón*, Madrid, Machado Grupo de Distribución, 1994).

Hawken, Paul, Amory Lovens, y L. Hunter Lovins, *Natural Capitalism*, Nueva York, Little, Brown, 1999.

Hegel, Georg Wilhelm Friedrich, *Lectures on the Philosophy of World History*, Cambridge, Cambridge

University Press, 1975 (trad. cast.: *Filosofía de la Historia*, Barcelona, Zeus, 1970).

Henderson, Hazel, *Ethical Markets*, White River Junction, VT, Chelsea Green, 2006.

Hess, Charlotte y Elinor Ostrom (comps.), *Understanding Knowledge as a Commons: From Theory to Practice*, Cambridge, MA, MIT Press, 2007.

Hippel, Eric Von, *Democratizing Innovation*, Cambridge, MA, MIT Press, 2005.

Hobsbawm, E. J., *The Age of Capital 1848-1875*, Londres, Penguin, 1980 (trad. cast.: *La era del capital, 1848-1875*, Barcelona, Crítica, 2003).

—, *The Age of Empire 1875-1914*, Nueva York, Vintage Books, 1987 (trad. cast.: *La era del imperio, 1875-1914*, Barcelona, Crítica, 2003).

—, *The Age of Revolution 1789-1848*, Nueva York, Mentor, 1962 (trad. cast.: *La era de la revolución, 1789-1848*, Barcelona, Crítica, 2001).

Hoeschele, Wolfgang, *The Economics of Abundance: A Political Economy of Freedom, Equity, and Sustainability*, Surrey, RU, Gower, 2010.

Hoyt, Robert S., *Europe in the Middle Ages*, 2ª ed., Nueva York, Harcourt, Brace & World, 1966.

Hume, David, *An Enquiry Concerning the Principles of Morals*, Londres, Printed for A. Millar, 1751 (trad. cast.: *Investigación sobre los principios de la moral*, Madrid, Alianza, 2006).

Jackson, Tim, *Prosperity Without Growth: Economics for a Finite Planet*, Washington, DC, Earthscan, 2009 (trad. cast.: *Prosperidad sin crecimiento: economía para un planeta finito*, Barcelona, Icaria, 2011).

Jean-Claude Debeir, Jean-Paul Deléage y Daniel Hemery, *In the Servitude of Power: Energy and Civilization Through the Ages*, Londres, Zed Books, 1992.

Kanigel, Robert, *The One Best Way: Frederick Winslow Taylor and the Enigma of Efficiency*, Nueva York, Penguin, 1997.

Kasser, Tim, *The High Price of Materialism*, Chester, NJ, Bradford Book, 2002.

Keen, Andrew, *The Cult of the Amateur*, Nueva York, Doubleday, 2007.

Kellmereit, Daniel y Daniel Obodovski, *The Silent Intelligence: The Internet of Things*, San Francisco, DND Ventures LLC, 2013.

Keynes, John Maynard, *The General Theory Of Employment, Interest, and Money*, San Diego, Harcourt Brace, 1964 (trad. cast.: *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*, Barcelona, Ciro, 2011).

Kleindorfer, Paul R. y Wind Yorman, con Robert E. Gunther, *The Network Challenge*, Upper Saddle River, NJ, Wharton School Publishing, 2009.

Klinenberg, Eric, *Going Solo*, Nueva York, Penguin Press, 2012.

Kramer, Matthew H., *John Locke and the Origins of Private Property*, Cambridge, Cambridge University Press, 1997.

Kropotkin, Petr., *Mutual Aid: A Factor of Evoution*, Boston, Extending Horizons Books, 1914 (trad. cast.: *El apoyo mutuo. Un factor de la evolución*, Madrid, Zero, 1970).

Kumar, C. Arvind, *Welcome to the 'Free' World: A Free Software Initiative*, Andhra Pradesh, Indian Universities Press, 2011.

Kurzweil, Ray, *The Singularity is Near*, Nueva York, Viking, 2005.

Lane, Robert E., *The Loss of Happiness in Market Democracies*, New Haven, CT, Yale University Press, 2000.

Lanier, Jaron, *You Are not a Gadget*, Nueva York, Vintage Books, 2011.

Layard, Richard, *Happiness: Lessons From a New Science*, Nueva York, Penguin Press, 2005 (trad. cast.: *La nueva felicidad: lecciones de una nueva ciencia*, Madrid, Taurus, 2005).

Le Goff, Jacques, *Time, Work, and Culture in the Middle Ages*, Chicago, University of Chicago Press, 1980 (trad. cast.: *Tiempo, trabajo y cultura en el occidente medieval*, Madrid, Taurus, 1987).

Lefebvre, Georges y otros, *The Transition from Feudalism to Capitalism*, Londres, Versa, 1976.

Lessig, Lawrence, *The Future of Ideas*, Nueva York, Random House, 2001.

Linebaugh, Peter, *The Magna Carta Manifesto*, Berkeley, University of California Press, 2008 (trad. cast.: *El manifiesto de la Carta Magna: comunes y libertades para el pueblo*, Madrid, Traficantes de Sueños, 2013).

Locke, John, *Two Treatises of Government*, Londres, Printed for Whitmore and Fenn, Charing Cross, 1821 (trad. cast.: *Dos ensayos sobre el gobierno civil*, Madrid, Espasa Libros, 1997).

Louv, Richard, *The Nature of Money*, Chapel Hill, NC, Algonquin Paperbacks, 2011.

Lovelock, James, *A New Look at Life on Earth*, Oxford, Oxford University Press, 1995 (trad. cast.: *Gaia, una nueva visión de la vida sobre la Tierra*, Madrid, Hermann Blume, 1983).

—, *The Ages of Gaia: A Biography of Our Living Earth*, Oxford, Oxford University Press (trad. cast.: *Las edades de Gaia*, Barcelona, Tusquets, 1993).

Lovins, Amory y The Rocky Mountain Institute, *Reinventing Fire*, White River Junction, VT, Chelsea Green, 2011.

Lukacs, John, *Historical Consciousness: The Remembered Past*, New Brunswick, NJ, Transaction, 1994.

MacKinnon, Rebecca, *Consent of the Networked*, Nueva York, Basic Books, 2012.

Macpherson, Crawford B., *Democratic Theory*, Oxford University Press, 1973.

Margulis, Lynn, *Symbiotic Planet*, Nueva York, Basic Books, 1998 (trad. cast.: *Planeta simbiótico: un nuevo punto de vista sobre la evolución*, Barcelona, Debate, 2002).

Marsh, Peter, *The New Industrial Revolution*, Londres, Yale University Press, 2012.

Marvin, Carolyn, *When Old Technologies Were New: Thinking About Electric Communication in the Late Nineteenth Century*, Nueva York, Oxford University Press, 1988.

Marx, Karl, *El capital*, Barcelona, Crítica, 1980.

Mason, Paul, *Why It's Kicking Off Everywhere*, Londres, Verso, 2012.

May, Christopher, *A Global Political Economy of Intellectual Property Rights*, Nueva York, Routledge, 2000.

McMahon, Darren M., *Happiness: A History*, Nueva York, Grove Press, 2006.

Moro, Tomás, *Utopia*, Rockville, MD, Arc Manor, 2008 (trad. cast.: *Utopía*, Madrid, Edimat Libros, 2000).

Noble, David F., *Forces of Production: A Social History of Industrial Automation*, Oxford, Oxford University Press,

1984.

Nye, David E., *Electrifying America: Social Meanings of a New Technology, 1880-1940*, Cambridge, MA, MIT Press, 1991.

Ollman, Bertell, *Alienation: Marx's Conception of Man in Capitalist Society*, Londres, Cambridge University Press, 1971.

Ong, Walter J., *Orality and Literacy*, Nueva York, Methuen, 2002.

Ostrom, Elinor, *The Governing of the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge, Cambridge University Press, 1990.

Ostrom, Elinor y otros (comps.), *The Drama of the Commons*, EUA, National Academy of Sciences, 2002.

Packard, Vance, *The Hidden Persuaders*, Brooklyn, Pocket Books, 1980.

Petrini, Carlo, *Terra Madre*, White River Junction, VT, Chelsea Green, 2009.

Polanyi, Karl, *The Great Transformation: The Political and Economic Origins of Our Time*, Boston, Beacon Press, 1944 (trad. cast.: *La gran transformación: crítica del liberalismo económico*, Madrid, Endymion, 1989).

Randall, John Herman Jr., *The Making of the Modern Mind: A Survey of the Intellectual Background of the Present Age*, Cambridge, MA, Riverside Press, 1940.

Raymond, Eric, *The Cathedral and the Bazaar: Musing on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary*, Sebastopol, CA, O'Reilly Media, 2001.

Rifkin, Jeremy, *Biosphere Politics*, Nueva York, Crown, 1991.

—, *Entropy: A New World View*, Nueva York, Bantam Books, 1980.

—, *The Age of Access*, Nueva York, Tarcher/Putnam, 2000 (trad. cast.: *La era del acceso: la revolución de la nueva economía*, Barcelona, Paidós Ibérica, 2013).

—, *The Biotech Century*, Nueva York, Tarcher/Putnam, 1998 (trad. cast.: *El siglo de la biotecnología: el comercio genético y el nacimiento de un mundo feliz*, Barcelona, Paidós Ibérica, 2009).

—, *The Empathic Civilization*, Nueva York, Penguin, 2009 (trad. cast.: *La civilización empática*, Barcelona, Paidós Ibérica, 2010).

—, *The End of Work*, Nueva York, Penguin, 1995 (trad. cast.: *El fin del trabajo*, Barcelona, Paidós Ibérica, 2010).

—, *The Third Industrial Revolution*, Nueva York, Palgrave Macmillan, 2011 (trad. cast.: *La Tercera Revolución Industrial: cómo el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo*, Barcelona, Paidós Ibérica, 2011).

Rowe, Jonathon, *Our Common Wealth*, San Francisco, Berret-Koehler, 2013.

Sahlins, Marshall, *Stone Age Economics*, Nueva York, Aldine De Gruyter, 1972 (trad. cast.: *Economía de la Edad de Piedra*, Madrid, Akal, 1983).

Sandel, Michael, *What Money Can't Buy*, Nueva York, Farrar, Straus and Giroux, 2012 (trad. cast.: *Lo que el dinero no puede comprar: los límites morales del mercado*, Barcelona, Debate, 2013).

Schewe, Phillip F., *The Grid*, Washington, DC, Joseph Henry Press, 2007.

Schlatter, Richard, *Private Property: The History of an Idea*, New Brunswick, NJ, Rutgers University Press, 1951.

Schor, Juliet B., *Born to Buy: The Commercialized Child and the New Consumer Culture*, Nueva York, Scribner, 2004

(trad. cast.: *Nacidos para comprar: los nuevos consumidores infantiles*, Barcelona, Paidós Ibérica, 2006).

—, *Plenitude: The New Economics of True Wealth*, Nueva York, Penguin Press, 2010.

Schuler, Douglas y Peter Day, *Shaping the Network Society*, Cambridge, MA, MIT Press, 2004.

Sedlacek, Thomas, *Economics of Good and Evil: The Quest for Economic Meaning from Gilgamesh to Wall Street*, Oxford, Oxford University Press, 2011.

Shiva, Vandana, *Water Wars: Privatization, Pollution, and Profit*, Cambridge, MA, South End Press, 2002 (trad. cast.: *Las guerras del agua*, Barcelona, Icaria, 2004).

Simmel, Georg, *The Philosophy of Money*, Londres, Routlledge, 2004 (trad. cast.: *Filosofía del dinero*, Granada, Comares, 2003).

Slater, Gilbert, *The English Peasantry and the Enclosure of the Commons*, Nueva York, A. M. Kelley, 1968.

Smith, Adam, *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, Edimburgo, Thomas Nelson, 1843 (trad. cast.: *La riqueza de las naciones*, Madrid, Alianza, 2014).

Sobel, Robert, *Panic on Wall Street: A History of America's Financial Disasters*, Washington, DC, Beard Books, 1999.

Solomon, Elinor Harris, *Virtual Money*, Nueva York, Oxford University Press, 1997.

Spence, Michael, *The Next Convergence*, Nueva York, Farrar, Straus and Giroux, 2011 (trad. cast.: *La convergencia inevitable: el futuro del crecimiento económico en un mundo a varias velocidades*, Madrid, Taurus, 2012).

Spencer, Herbert, *The Principles of Biology*, vol. 1, Londres, Williams and Norgate, 1864.

Sperber, Jonathan, *The European Revolutions, 1848-1851*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994.

Stein, Janice Gross, *The Cult of Efficiency*, Toronto, Anansi, 2001.

Steinberg, Theodore, *Slide Mountain*, Berkeley, University of California Press, 1995.

Steiner, Christopher, *Automate This: How Algorithms Came to Rule Our World*, Nueva York, Penguin Group, 2012.

Stover, John F., *American Railroads*, Chicago, University of Chicago Press, 1961.

Suárez-Orozco, Marcelo (comp.), *Learning in the Global Era: International Perspectives on Globalization and Education*, Berkeley, University of California Press, 2007.

Surowiecki, James, *The Widsom of Crowds*, Nueva York, Doubleday, 2004 (trad. cast.: *Cien mejor que uno. La sabiduría de la multitud o por qué la mayoría es más inteligente que la minoría*, Barcelona, Urano, 2005).

Tapscott, Don y Anthony Williams, *MacroWikinomics: Rebooting Business and the World*, Nueva York, Portfolio Penguin, 2010 (trad. cast.: *Macrowikinomics*, Barcelona, Paidós, 2011).

Tawney, R. H., *Religion and the Rise of Capitalism*, New Brunswick, NJ, Transaction, 2011.

—, *The Acquisitive Society*, Nueva York, Harcourt, Brace & Co., 1920 (trad. cast.: *La sociedad adquisitiva*, Madrid, Alianza, 1920).

Thirsk, Joan, *Tudor Enclosures*, Londres, Historical Association, 1958.

Thompson, E. P. (trad. cast.: *La formación de la clase obrera en Inglaterra*, Madrid, Capitán Swing Libros, 2012).

Tobey, Ronald C., *Technology as Freedom: The New Deal and the Electrical Modernization of the American Home*, Berkeley, University of California Press, 1996.

Turkle, Sherry, *Alone Together*, Nueva York, Perseus Books, 2011.

Turner, Frederick Jackson (trad. cast.: *La frontera en la historia americana*, Madrid, Castilla, 1961).

Useem, Micheal, *Investor Capitalism*, Nueva York, Basic Books, 1996.

Vietor, Richard H. K., *Contrived Competition: Regulation and Deregulation in America*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1994.

Walljasper, Jay, *All That We Share*, Nueva York, New Press, 2010.

Wann, David, *Simple Prosperity*, Nueva York, St. Martin's Press, 2007.

Weber, Max, *Economy and Society: An Outline of Interpretive Sociology*, Berkeley, University of California Press, 1978 (trad. cast.: *Economía y sociedad: esbozo de sociología comprensiva*, Madrid, Fondo de Cultura Económica, 2002).

—, *The Protestant Ethic and the Spirit of Capitalism*, Nueva York, Charles Scribner's Sons, 1958 (trad. cast.: *La ética protestante y el espíritu del capitalismo*, Barcelona, Península, 2013).

Weber, Steven, *The Success of Open Source*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 2004.

White, Leslie A., *Modern Capitalism Culture*, Walnut Creek, CA, Left Coast Press, 2008.

White, Lynn Jr., *Medieval Technology and Social Change*, Londres, Oxford University Press, 1962 (trad. cast: *Tecnología medieval y cambio social*, Barcelona, Paidós Ibérica, 1990).

William, James, *The Principles of Psychology*, vol. 1, Nueva York, Henry Holt, 1890.

Wilson, Edward O., *The Social Conquest of Earth*, Nueva York, Liveright, 2012 (trad. cast.: *La conquista social de la Tierra: ¿de dónde venimos? ¿quiénes somos? ¿adónde vamos?*, Barcelona, Debate, 2012).

Wu, Tim, *The Master Switch*, Nueva York, Vintage Books, 2009.

Yergen, Daniel, *The Prize*, Nueva York, Simon and Schuster, 1992.

NOTAS

Capítulo 1

1. Jean-Baptiste Say, *A Treatise on Political Economy*, Filadelfia, Grigg & Elliot, 1843, págs. 134-135.

2. Dale Dougherty, «How Many People Will Own 3-D Printers?», *Make* [Blog], 5 de abril de 2013, <http://makezine.com/2013/04/05/how-manypeople-will-own-3d-printers/> (consultado el 1 de julio de 2013).

3. Chris Anderson, «Free! Why $0.00 Is the Future of Business», *Wired*, 25 de febrero de 2008, <http://www.wired.com/techbiz/it/magazine/16-03/ff_free?currentPage=all> (consultado el 7 de marzo de 2013).

4. Oskar Lange, «On the Economic Theory of Socialism: Part Two», *Review of Economic Studies* 4(2), 1937, pág. 129.

5. Ibíd., págs. 129-130.

6. Ibíd., pág. 130.

7. John Maynard Keynes, *Essays in Persuasion*, Project Gutenberg eBook, 2011, págs. 358-374, <http://gutenberg.ca/ebooks/keynes-essaysinpersuasion/keynes-essaysinpersuasion-00-h.html> (consultado el 23 de enero de 2013).

8. Ibíd.

9. J. Bradford Delong y Lawrence H. Summers, «The "New Economy": Background, Historical Perspective, Questions and Speculations», *Economic Policy for the Informational Economy*, 2001, pág. 16.

10. Ibíd., pág. 35.

11. Ibíd.

12. Ibíd., pág. 16.

13. Ibíd.

14. Ibíd.

15. Ibíd.

16. Ibíd., págs. 16, 38.

17. Thomas S. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas*, Madrid, Fondo de Cultura Económica, 2005.

18. Isaac Asimov, «In the Game of Energy and Thermodynamics You Can't Even Break Even», *Smithsonian*, agosto de 1970, pág. 9.

19. Viktor Mayer-Schönberger y Kenneth Cukier, *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*, Boston, Houghton Mifflin Harcourt, 2013, pág. 59.

20. Ibíd., pág. 89.

21. Steve Lohr, «The Internet Gets Physical», *The New York Times*, 17 de diciembre de 2011, <http://www.nytimes.com/2011/12/18/sunday-review/theinternet-gets-physical.html?pagewanted=all&_r=0> (consultado el 19 de noviembre de 2013).

22. Ibíd.

23. Ibíd.

24. Ibíd.

25. Lester Salamon, «Putting the Civil Society Sector on the Economic Map of the World», *Annals of Public and Cooperative Economics* 81 (2), 2010, pág. 198, <http://ccss.jhu.edu/wp-content/uploads/downloads/2011/10/An nals-June-2010.pdf> (consultado el 8 de agosto de 2013); «A Global Assembly on Measuring Civil Society and Volunteering», Johns Hopkins Center for Civil Society Studies, 26 de septiembre de 2007, pág. 6, <http://ccss.jhu.edu/wpcontent/uploads/downloads/2011/10/UNHB_GlobalAssembly Meeting_2007. pdf> (consultado el 8 de julio de 2013).

26. Salamon, «Putting the Civil Society Sector», pág. 198.

27. «Collaborative [1800-2000], English», Google Books NGram Viewer, <http://books.google.com/ngrams/> (consultado el 12 de junio de 2013); «Google Books Ngram Viewer», Universidad de Búfalo, <http://libweb.lib.buffalo.edu/pdp/index.asp?ID=497> (consultado el 16 de diciembre de 2013).

28. «The World's Top 50 Economies: 44 Countries, Six Firms», Democratic Leadership Council, 14 de julio de 2010, <http://www.dlc.org/ndol_cie5ae. html?kaid=10> (consultado el 19 de mayo de 2013); «Fortune Magazine Releases Its Annual Fortune Global 500 List of Companies Winning Top Rankings by Making Money and Marketing Well», *PRWeb*, 10 de julio de 2012, <http://www.prweb.com/releases/fortune-global-500/money-and-marketing/prweb9684625. htm> (consultado el 18 de mayo de 2013); «2011 Economic Statistics and Indicators», Economy Watch, <http://www.economywatch.com/economic-statistics/year/2011/> (consultado el 21 de mayo de 2013).

Capítulo 2

1. T. W. Schultz, «New Evidence on Farmer Responses to Economic Opportunities from the Early Agrarian History of Western Europe», en Clifton R. Wharton, Jr. (comp.), *Subsistence Agriculture and Economic Development*, New Brunswick, NJ, Transaction Publishers, 1969, pág. 108.

2. Richard Schlatter, *Private Property: The History of an Idea*, Nueva York, Russell & Russell, 1973, pág. 64.

3. Gilbert Slater, *The English Peasantry and the Enclosure of the Commons*, Nueva York, A. M. Kelley, 1968, pág. 1.

4. Karl Polanyi, *The Great Transformation: The Political and Economic Origins of Our Time*, Boston, Beacon Press, 1944, pág. 35; Richard L. Rubenstein, *The Age of Triage: Fear and Hope in an Overcrowded World*, Boston, Beacon Press, 1983, pág. 10.

5. Rubenstein, *The Age of Triage*, pág. 43; Slater, *The English Peasantry*, pág. 6.

6. Tomás Moro, *Utopia*, Rockville, MD, Arc Manor, 2008, pág. 20.

7. Rubenstein, *The Age of Triage*, *op. cit.*, pág. 46.

8. Lynn White, *Medieval Technology and Social Change*, Londres, Oxford University Press, 1962, pág. 129.

9. Karl Marx, *The Poverty of Philosophy*, Chicago, Charles H. Kerr, 1920, pág. 119.

10. Karl Marx, «Division of Labour and Mechanical Workshop: Tool and Machinery», en *Marx and Engels, Collected Works*, Nueva York, International Publishers, 1991, 33, págs. 387-477, <http://www.marxists.org/archive/marx/works/1861/economic/ch35.htm> (consultado el 8 de agosto de 2013).

11. Jean-Claude Debeir, Jean-Paul Deléage y Daniel Hémery, *In the Servitude of Power: Energy and Civilization through the Ages*, Londres, Zed Books, 1992, pág. 75.

12. Ibíd., pág. 76.

13. White, *Medieval Technology and Social Change*, *op. cit.*, pág. 87.

14. Debeir, Deléage y Hémery, *In the Servitude of Power*, *op. cit.*, pág. 79.

15. Jean Gimpel, *The Medieval Machine: The Industrial Revolution of the Middle Ages*, Londres, Penguin, 1977, pág. 16.

16. E. M. Carus-Wilson, «An Industrial Revolution of the Thirteenth Century», *Economic History Review* 11, 1941, pág. 39.

17. E. M. Carus-Wilson, «The Woollen Industry», en *The Cambridge Economic History*, vol. 2: *Trade and Industry in the Middle Ages*, M. Postan y E. E. Rich (comps.), Cambridge, RU, Cambridge University Press, 1952, pág. 409.

18. Debeir, Deléage y Hémery, *In the Servitude of Power*, *op. cit.*, pág. 90.

19. White, *Medieval Technology*, *op. cit.*, págs. 128-129.

20. Michael Clapham, «Printing», en *A History of Technology*, vol. 3: *From the Renaissance to the Industrial Revolution*, Charles Singer, E. G. Holmyard, A. R. Hall y Trevor Williams (comps.), Oxford, Oxford University Press, 1957, pág. 37.

21. Robert L. Heilbroner, *The Making of Economic Society*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1962, págs. 36-38, 50.

22. S. R. Epstein y Maarten Prak, *Guilds, Innovation, and the European Economy, 1400-1800*, Cambridge, UK, Cambridge University Press, 2008, pág. 31.

23. Ibíd., pág. 44.

Capítulo 3

1. Yujiro Hayami y Yoshihisa Godo, *Development Economics: From the Poverty to the Wealth of Nations*, Nueva York, Oxford University Press, 2005, pág. 341.

2. Maurice Dobb, *Studies in the Development of Capitalism*, Nueva York, International Publishers, 1947, pág. 143.

3. Adam Smith, *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, Edimburgo, Thomas Nelson, 1843, pág. 20.

4. Ibíd.

5. Ibíd., pág. 21.

6. Ibíd., pág. 22.

7. Carl Lira, «Biography of James Watt», 21 de mayo de 2013, <http://www.egr.msu.edu/~lira/supp/steam/wattbio.html>.

8. Jean-Claude Debeir, Jean-Paul Deléage y Daniel Hémery, *In the Servitude of Power: Energy and Civilization through the Ages*, Londres, Zed Books, 1992, págs. 101-104.

9. Eric J. Hobsbawm, *The Age of Capital, 1848-1875*, Nueva York, Charles Scribner's Sons, 1975, pág. 40.

10. Eric J. Hobsbawm, *The Age of Revolution, 1789-1848*, Nueva York, Vintage Books, 1996, pág. 298.

11. Alfred D. Chandler Jr., *The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business*, Cambridge, MA, Belknap Press of Harvard University Press, 1977, pág. 83.

12. Ibíd., pág. 86.

13. Ibíd., pág. 90.

14. Ibíd., pág. 88.

15. A. Hyma, *The Dutch in the Far East*, Ann Arbor, MI, George Wahr, 1953.

16. Alfred D. Chandler, Jr., *The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business*, Cambridge, MA, Belknap Press, 1977, pág. 153; «Our History», Canadian Pacific, <http://www.cpr.ca/en/about-cp/our-past-presentand-future/Pages/our-history.aspx> (consultado el 13 de junio de 2013).

17. Chandler, *The Visible Hand*, *op. cit.*, pág. 120.

18. Randall Collins, «Weber's Last Theory of Capitalism: A Systematization», *American Sociological Review* 45(6), 1980, pág. 932.

19. Angela E. Davis, *Art and Work: A Social History of Labour in the Canadian Graphic Arts Industry in the 1940s*, Montreal, McGill-Queen's University Press, 1995, pág. 21.

20. «Printing Yesterday and Today», Harry Ransom Center University of Texas at Austin, <http://www.hrc.utexas.edu/educator/modules/gutenberg/books/printing/> (consultado el 16 de octubre de 2013).

21. Aileen Fyfe, *Steam-Powered Knowledge: William Chambers and the Business of Publishing, 1820-1860*, Chicago, University of Chicago Press, 2012, pág. 64.

22. Yochai Benkler, *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*, New Haven: Yale University Press, 2006, pág. 188.

23. Paul F. Gehl, «Printing», *Encyclopedia of Chicago*, <http://www.encyclopedia.chicagohistory.org/pages/1010.html> (consultado el 12 de junio de 2013).

24. «R. R. Donnelley & Sons Company», *International Directory of Company Histories*, 2001, Encyclopedia.com <http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-2844200093.html> (consultado el 12 de junio de 2013).

25. Chandler, *The Visible Hand*, *op. cit.*, pág. 230.

26. Ibíd., pág. 232.

27. Ibíd., pág. 245.

28. Paul Lewis, «Ambitious Plans for Iraqi Oil», *New York Times*, 30 de julio de 1994, <http://www.nytimes.com/1994/07/30/business/ambitious-plans-for-iraqi-oil.html> (consultado el 30 de junio de 2013).

29. «Energizing America: Facts for Addressing Energy Policy», API (junio de 2012), pág. 17, <http://www.api.org/~/media/files/statistics/energizing_america_facts.ashx> (consultado el 19 de abril de 2013).

30. Robert Anderson, *Fundamentals of the Petroleum Industry*, Norman, University of Oklahoma Press, 1984, págs. 279, 286, 289.

31. Ibíd., págs. 19, 20, 22.

32. Venu Gadde, «U.S. Oil & Gas Exploration & Production (E&P)», Henry Fund Research, 8 de febrero de 2012, pág. 3, <https://tippie.uiowa.edu/henry/reports12/oil_gas.pdf> (consultado el 13 de enero de 2013).

33. Narayan Mandayam y Richard Frenkiel, «AT&T History», Rutgers University Press, <http://www.winlab.rutgers.edu/~narayan/Course/Wireless_Re volution/LL1-%20Lecture%201%20reading-%20ATT%20History.doc> (consultado el 16 de octubre de 2013).

34. Adam Thierer, «Unnatural Monopoly; Critical Moments in the Development of the Bell System Monopoly», *Cato Journal* 14 (2) (1994), pág. 270.

35. Ibíd., pág. 272.

36. «Milestones in AT&T History», AT&T, <http://www.corp.att.com/history/milestones.html>.

37. Thierer, «Unnatural Monopoly», *art. cit.*, pág. 274.

38. Richard H. K. Vietor, *Contrived Competition: Regulation and Deregulation in America*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1994, págs. 171-172.

39. Noobar Retheos Danielian, *AT&T: The Story of Industrial Conquest*, Nueva York, Vanguard Press, 1939, pág. 252.

40. Gerald W. Brock, *The Telecommunications Industry: The Dynamics of Market Structure*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1981, pág. 161.

41. «Wireline Local Market Concentration», The Columbia Institute for Tele-Information, <http://www4.gsb.columbia.edu/filemgr?file_id=739241> (consultado el 19 de junio de 2013).

42. Carolyn Marvin, *When Old Technologies Were New: Thinking about Electric Communication in the Late Nineteenth Century*, Nueva York, Oxford University Press, 1988, pág. 164.

43. David E. Nye, *Electrifying America: Social Meanings of a New Technology, 1880-1940*, Cambridge, MA, MIT Press, 1991, pág. 239.

44. Ibíd., pág. 186.

45. Henry Ford y Samuel Crowther, *Edison as I Know Him*, Nueva York, Cosmopolitan Books, 1930, pág. 30.

46. Nye, *Electrifying America*, *op. cit.*, pág. 186.

47. Daniel Yergen, *The Prize*, Nueva York, Simon and Schuster, 1992, pág. 208.

48. Q. A. Mowbray, *Road to Ruin*, Filadelfia, Lippincott, 1969, pág. 15.

49. Kenneth R. Schneider, *Autokind vs. Mankind*, Lincoln, NE, Authors Choice Press, 2005, pág. 123.

50. «The Dramatic Story of Oil's Influence on the World», *Oregon Focus*, enero de 1993, págs. 10-11.

51. «New Housing Units: Completed», *United States Census Bureau*, 2012, <http://www.census.gov/construction/nrc/historical_data/> (consultado el 30 de octubre de 2013). «Shopping Centers - Numbers and Gross Leasable Area», *United States Census Bureau*, <http://www.census.gov/compendia/statab/2012/tables/12s1061.pdf> (consultado el 30 de octubre de 2013).

52. «Electric Generation Ownership, Market Concentration, and Auction Size», Washington, DC, US Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation, julio de 2010, pág. 4, <http://www.epa.gov/airtransport/pdfs/TSD_Ownership_and_Market_Concentration_7-6-10.pdf> (consultado el 7 de abril de 2013).

53. «What's Moving: U.S. Auto Sales», *Wall Street Journal*, 1 de mayo de 2013, <http://online.wsj.com/mdc/public/page/2_3022-autosales.html>.

54. Erick Schonfeld, «What Media Company Gained the Most Market Share in 2007? (Hint It Starts with a G)», *TechCrunch*, 14 de marzo de 2008, <http://techcrunch.com/2008/03/14/what-media-company-gained-the-mostmarket-share-in-2007-hint-it-starts-with-a-g/> (consultado el 8 de junio de 2013).

55. Andrea Alegria, Agata Kaczanowska y Lauren Setar, «Highly Concentrated: Companies That Dominate Their Industries», *IBIS World*, febrero de 2012, págs. 1-2, 4, <http://www.ibisworld.com/Common/MediaCenter/Highly%20Concentrated%20Industries.pdf> (consultado el 22 de febrero de 2013).

56. «Global IB Revenue Ranking-01 Jan-10 Jun 2013», Dealogic, <http://fn.dealogic.com/fn/IBRank.htm> (consultado el 14 de junio de 2013).

57. «The World's Top 50 Economies: 44 Countries, Six Firms», Democratic Leadership Council, <http://www.dlc.org/ndol_cie5ae.html?kaid=10> (consultado el 14 de julio de 2010).

Capítulo 4

1. Robert S. Hoyt, *Europe in the Middle Ages*, 2ª ed., Nueva York: Harcourt, Brace & World, 1966, pág. 300.

2. Max Weber, *The Protestant Ethic and the Spirit of Capitalism*, 1930; reimpresión, Londres, Routledge, 2005.

3. John Locke, *Two Treatises of Government*, Londres, impreso para Whitmore and Fenn, Charing Cross; y C. Brown, Duke Street, Lincoln's-Inn-Fields, 1821, §27.

4. Ibíd.

5. Ibíd., §37.

6. Adam Smith, *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, Londres, Methuen, 1961, 1, pág. 475.

7. R. H. Tawney, *The Acquisitive Society*, Nueva York, Harcourt, Brace, 1920, págs. 13, 18.

8. Max Weber, *From Max Weber: Essays in Sociology*, H. H. Gerth y C. Wright Mills (comps. y trads.), Nueva York, Oxford University Press, 1946, pág. 51.

9. Richard Schlatter, *Private Property: the History of an Idea*, New Brunswick, NJ, Rutgers University Press, 1951, pág. 185.

10. David Hume, *An Enquiry Concerning the Principles of Morals*, Londres, impreso para A. Millar, 1751.

11. Schlatter, *Private Property*, *op. cit.*, pág. 242.

12. Jeremy Bentham, «Pannomial Fragments», en *The Works of Jeremy Bentham*, en John Bowring (comp.), *Now First Collected, Under the Superintendence of His Executor, John Bowring-Part IX*, Edimburgo, William Tait, 1839, pág. 221; Jeremy Bentham, *«Principles of the Civil Code»*, en John Bowring (comp.), *The Works of Jeremy Bentham, Now First Collected, Under the Superintendence of His Executor, John Bowring-Part II*, Edimburgo, William Tait, 1839, pág. 309.

13. Charles Darwin, *The Descent of Man: And Selection in Relation to Sex*, Project Gutenberg, 1999, <http://www.gutenberg.org/cache/epub/2300/pg2300.html> (consultado el 20 de junio de 2013).

14. Ibíd.

15. Herbert Spencer, *The Principles of Biology*, Londres, Williams and Norgate, 1864, 1, págs. 444-445.

16. Charles Darwin, *The Variation of Animals and Plants under Domestication*, Londres, John Murray, 1899, 1, pág. 6.

17. Stephen Jay Gould, «Darwin's Untimely Burial», en Michael Ruse (comp.), *Philosophy of Biology*, Nueva York, Prometheus Books, 1998, págs. 93-98.

18. Janet Browne, *Charles Darwin: The Power of Place*, Princeton, NJ, Princeton University Press, 2002, 2, pág. 186.

19. Thomas Paine, «Rights of Man: Being an Answer to Mr. Burke's Attack on the French Revolution», en *The Political Works of Thomas Paine*, Nueva York, C. Blanchard, 1860.

Capítulo 5

1. «PV FAQs: What Is the Energy Payback for PV?», National Renewable Energy Laboratory, enero de 2004, <http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/35489. pdf> (consultado el 22 de octubre de 2013); «Wind Energy Payback Period Workbook», National Renewable Energy Laboratory, 1 de abril de 2001, <www. nrel.gov/wind/docs/spread_sheet_Final.xls> (consultado el 22 de octubre de 2013).

2. «Productivity», Merriam-Webster, <http://www.merriam-webster.com/dictionary/productivity>.

3. Moses Abramovitz, «Resource and Output Trends in the United States Since 1870», *National Bureau of Economic Research*, pág. 11.

4. Robert U. Ayres y Edward H. Ayres, *Crossing the Energy Divide: Moving from Fossil Fuel Dependence to a Clean-Energy Future*, Upper Saddle River, NJ, Wharton School Publishing, 2010, pág. 14.

5. Rachael Larimore, «Why "You Didn't Build That" Isn't Going Away», *Slate*, 30 de agosto de 2012, <http://www.slate.com/articles/news_and_politics/politics/2012/08/_you_didn_t_build_that_it_doesn_t_matter_what_obama_meant_to_say_but_what_people_heard_.html> (consultado el 13 de julio de 2013).

6. Robert U. Ayres y Benjamin Warr, *The Economic Growth Engine: How Energy and Work Drive Material Prosperity*, Northampton, MA, Edward Elgar Publishing, 2009, págs. 334-337.

7. John A. «Skip» Laitner, Steven Nadel, R. Neal Elliott, Harvey Sachs y A Siddiq Khan, «The Long-Term Energy Efficiency Potential: What the Evidence Suggests», American Council for an Energy-Efficient Economy, enero de 2012, <http://www.garrisoninstitute.org/downloads/ecology/cmb/Laitner_Long-Term_E_E_Potential.pdf> pág. 2 (consultado el 21 de septiembre de 2013).

8. Ibíd., pág. 66.

9. «How Many Smart Meters are Installed in the US and Who Has Them?», *US Energy Information Administration*, última modificación el 10 de enero de 2013, <http://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=108&t=3> (consultado el 12 de octubre de 2013).

10. Brian Merchant, «With a Trillion Sensors, the Internet of Things Would Be the "Biggest Business in the History of Electronics"», Motherboard, noviembre de 2013, <http://motherboard.vice.com/blog/the-internet-of-things-could-be-the-biggest-business-in-the-history-of-electronics> (consultado el 14 de noviembre de 2013).

11. «Data, Data Everywhere», *The Economist*, 25 de febrero de 2012, <http://www.economist.com/node/15557443> (consultado el 18 de septiembre de 2013); Joe Hellerstein, «Parallel Programming in the Age of Big Data», *GigaOM*, November 9, 2008, <http://gigaom.com/2008/11/09/mapreduce-leads-the-way-for-parallel-programming/> (consultado el 18 de septiembre de 2013).

12. Mitchell, S., Villa, N., Weeks, M. S. y Lange, A. «The Internet of Everything for Cities», *Cisco*, 2013, <http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/ps/motm/IoE-Smart-City_PoV.pdf> (consultado el 31 de octubre de 2013).

13. Peter C. Evans y Marco Annunziata, «Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines», GE, 26 de noviembre de 2012, <http://www.ge.com/sites/default/files/Industrial_Internet.pdf>, pág. 4 (consultado el 5 de enero de 2013).

14. Ibíd., pág. 24.

15. «The Internet of Things Business Index: A Quiet Revolution Gathers Pace», *The Economist Intelligence Unit*, 2013, pág. 10 <http://www.arm.com/files/pdf/EIU_Internet_Business_Index_WEB.PDF> (consultado el 29 de octubre de 2013).

16. Ibíd.

17. «The Difference Engine: Chattering Objects», *The Economist*, 13 de agosto de 2010, <http://www.economist.com/blogs/babbage/2010/08/inter net_things> (consultado el 5 de septiembre de 2013).

18. Ibíd.

19. Ibíd.

20. Ibíd.

21. «Conclusions of the Internet of Things Public Consultation», Digital Agenda for Europe, A Europe 2020 Initiative, 28 de febrero de 2013, <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/conclusions-internet-things-public-consultation> (consultado el 21 de marzo de 2013).

22. «Internet of things Factsheet Privacy and Security: IoT Privacy, data Protection, Information Security», Digital Agenda for Europe, A Europe 2020 Initiative, 28 de febrero de 2013, pág. 1, <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/conclusions-internet-things-public-consultation> (consultado el 21 de marzo de 2013).

23. Ibíd., pág. 5.

24. Ibíd., pág. 7.

25. «The Internet of Things Business Index», pág. 11.

26. Ibíd.

27. Ibíd., págs. 14, 16.

28. Gordon E. Moore, «Cramming More Components onto Integrated Circuits», *Electronics* 38(8), 19 de abril de 1965, pág. 115.

29. Michio Kaku, «Tweaking Moore's Law: Computers of the Post-Silicon Era», *Big Think*, 7 de marzo de 2012, <http://bigthink.com/videos/tweaking-moores-law-computers-of-the-post-silicon-era-2> (consultado el 1 de octubre de 2013).

30. Gail Robinson, «Speeding Net Traffic with Tiny Mirrors», *EE Times*, 26 de septiembre de 2000, <http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1142186> (consultado el 6 de noviembre de 2013).

31. «Early Computers 1960›s», *Pimall*, 2006, <http://www.pimall.com/nais/pivintage/burroughscomputer.html> (consultado el 7 de noviembre de 2013); «Study: Number of Smartphone Users Tops 1 Billion», *CBS News*, 17 de octubre de 2012, <http://www.cbsnews.com/8301-205_162-57534583/> (consultado el 7 de noviembre de 2013).

32. Robert D. Atkinson y otros, «The Internet Economy 25 Years After. Com», *The Information Technology & Innovation Foundation*, marzo de 2010, pág. 9, <http://www.itif.org/files/2010-25-years.pdf> (consultado el 13 de agosto de 2013)

33. Fred Kaplan, *1959: The Year Everything Changed*, Hoboken, Nueva Jersey, John Wiley, 2009, pág. 82; Mark W. Greenia, *History of Computing: An Encyclopedia of the People and Machines that Made Computer History*, Lexikon Services, 1 de enero de 1998; «Reference/FAQ/Products and Services», IBM, <http://www-03.ibm.com/ibm/history/reference/faq_0000000011.html> (consultado el 7 de noviembre de 2013).

34. «The Raspberry Pi in Scientific Research», *Raspberry Pi*, 25 de abril de 2013, <http://www.raspberrypi.org/archives/tag/research> (consultado el 19 de septiembre de 2013).

35. «Cray 1-A: 1977-1989», Computer and Information Systems Laboratory, 2009, <http://www.cisl.ucar.edu/computers/gallery/cray/cray1.jsp> (consultado el 7 de marzo de 2013).

36. Ramez Naam, «Smaller, Cheaper, Faster: Does Moore's Law Apply to Solar Cells?», *Scientific American* (blog), 16 de marzo de 2011, <http://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/2011/03/16/smaller-cheaper-faster-does-moores-law-apply-to-solar-cells> (consultado el 19 de junio de 2013).

37. «Sunshot Vision Study-February 2012», U.S. Department of Energy, febrero de 2012, <www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/47927.pdf> pág. 74 (consultado el 8 de abril de 2013); Eric Wesoff, «First Solar Surprised with Big 2013 Guidance, 40 Cents per Watt», *GreenTechMedia*, 9 de abril de 2013, <http://www.greentechmedia.com/articles/read/First-Solar-Surprises-With-Big2013-Guidance-40-Cents-Per-Watt-Cost-by-201> (consultado el 6 de mayo de 2013).

38. Hariklia Deligianni, Shafaat Ahmed y Lubomyr Romankiw, «The Next Frontier: Electrodeposition for Solar Cell Fabrication», Electrochemical Society, verano de 2011, pág. 47.

39. Naam, «Smaller, Cheaper, Faster», *art. cit.*

40. Peter Hockenos, «Germany's Grid and the Market: 100 Percent Renewable by 2050?», *Renewable Energy World*, 21 de noviembre de 2012, <http://www.renewableenergyworld.com/rea/blog/post/2012/11/ppriorities-germanys-grid-and-the-market> (1 de noviembre de 2013); Jeevan Vasagar, «German Farmers Reap Benefits of Harvesting Renewable Energy», *Financial Times*, 2 de diciembre de 2013, <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/f2bc3958-58f4-11e3-9798-00144feabdc0.html#axzz2nMj6ILk2> (consultado el 13 de diciembre de 2013).

41. Josiah Neeley, «Texas Windpower: Will Negative Pricing Blow Out the Lights? (PTC vs. Reliable New Capacity)», *MasterResource*, 27 de noviembre de 2012, <http://www.masterresource.org/2012/11/texas-negative-pricing-ptc/> (consultado el 2 de agosto de 2013).

42. Rachel Morison, «Renewables Make German Power Market Design Defunct, Utility Says», *Bloomberg*, 26 de junio de 2012, <http://www.bloomberg.com/news/2012-06-26/renewables-make-german-power-market-designdefunct-utility-says.html> (consultado el 29 de abril de 2013).

43. Nic Brisbourne, «Solar Power-A Case Study in Exponential Growth», *The Equity Kicker*, 25 de septiembre de 2012, <http://www.theequitykicker.com/2012/09/25/solar-powera-case-study-in-exponential-growth/> (consultado el 27 de mayo de 2013).

44. Max Miller, «Ray Kurzweil: Solar Will Power the World in 16 Years», *Big Think*, 17 de marzo de 2011, <http://bigthink.com/think-tank/ray-kurzweil-solar-will-power-the-world-in-16-years> (consultado el 1 de junio de 2013).

45. Eric Wesoff, «Mainstream Media Discovers Solar Power and Moore's Law», *Greentech Media*, 8 de noviembre de 2011, <http://www.greentechmedia.com/articles/read/Mainstream-Media-Discovers-Solar-Power-and-MooresLaw> (consultado el 9 de octubre de 2013).

46. Cristina L. Archer y Mark Z. Jacobson, «Evaluation of Global Wind Power», *Journal of Geophysical Research* 110, 30 de junio de 2005, <http://www.stanford.edu/group/efmh/winds/2004jd005462.pdf> (consultado el 3 de marzo de 2013).

47. Rudolf Rechsteiner, «Wind Power in Context-A Clean Revolution in the Energy Sector», EnergyWatchGroup, diciembre de 2008, <http://www.energywatchgroup.org/fileadmin/global/pdf/2009-01_Wind_Power_Report.pdf> (consultado el 4 de noviembre de 2013).

48. «Wind Power Experiencing Exponential Growth Globally», *Renewable Energy Worldwide*, 30 de enero de 2009, <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2009/01/wind-power-experiencing-exponential-growth-globally-54631> (consultado el 9 de enero de 2013).

49. Miller, «Ray Kurzweil: Solar Will Power the World in 16 Years».

50. Greg Price, «How Much Does The Internet Cost To Run?», *Forbes*, 14 de marzo de 2012, <http://www.forbes.com/sites/quora/2012/03/14/how-much-does-the-internet-cost-to-run/> (consultado el 18 de julio de 2013).

51. «UN Projects 40% of World Will Be Online By Year End, 4.4 Billion Will Remain Unconnected», UN News Centre, 7 de octubre de 2013, <http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=46207&Cr=internet&Cr1#> (consultado el 7 de noviembre de 2013).

52. «The Hidden Expense of Energy-Print Is Costly, Online Isn't Free», *Scholarly Kitchen*, 19 de enero de 2012, <http://scholarlykitchen.sspnet.org/2012/01/19/the-hidden-expense-of-energy-costs-print-is-costly-online-isnt-free/> (consultado el 21 de agosto de 2013).

53. Jonathan Koomey, «Growth in Data Center Electricity Use 2005 to 2010», *Analytics Press* (2011), pág. iii; Gerad Hoyt, «The Power Hungry Internet», *Energy Manager Today*, última modificación del 21 de noviembre de 2012. <http://www.energymanagertoday.com/the-power-hungry-internet-087256/> (consultado el 4 de octubre de 2013).

54. «The Hidden Expense of Energy.»

55. «Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency», US Environmental Protection Agency ENERGY STAR Program, 2 de agosto de 2007, pág. 5 <http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/EPA_Datacenter_Report_Congress_Final1.pdf> (consultado el 16 de octubre de 2013).

56. James Glanz, «Power, Pollution and the Internet», *New York Times*, 22 de septiembre de 2012, <http://www.nytimes.com/2012/09/23/technology/data-centers-waste-vast-amounts-of-energy-belying-industry-image.html? pagewanted=all> (consultado el 3 de noviembre de 2013).

57. Rich Miller, «How Many Data Centers? Emerson Says 500,000», *Data Center Knowledge*, 14 de diciembre de 2011, <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2011/12/14/how-many-data-centers-emerson-says-500000/> (consultado el 3 de noviembre de 2013).

58. «Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency», pág. 7.

59. Glanz, «Power, Pollution and the Internet».

60. Krishna Kant, «Challenges in Distributed Energy Adaptive Computing», *ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review* 37(3), enero de 2010, págs. 3-7.

61. «Apple Facilities Environment Footprint Report», Apple, 2012, pág. 8, <http://images.apple.com>

62. «McGraw-Hill and NJR Clean Energy Ventures Announce Largest Solar Energy Site of Its Kind in the Western Hemisphere», *McGraw-Hill Financial*, 13 de junio de 2011, <http://investor.mcgraw-hill.com/phoenix.zhtml?c=96562&p=RssLanding&cat=news&id=1573196> (consultado el 25 de octubre de 2013).

63. «Apple Facilities Environment Footprint Report», pág. 7.

64. Nick Goldman, Paul Bertone, Siyuan Chen, Christophe Dessimoz, Emily M. LeProust, Botond Sipos y Emily Birney, «Towards Practical, HighCapacity, Low-Maintenance Information Storage in Synthesized DNA», *Nature* 494, 7 de febrero de 2013, págs. 77-80.

65. Malcolm Ritter, «Study: Digital Information can be Stored in DNA», *Huffington Post*, 23 de enero de 2013, <http://www.huffingtonpost.com/huff-wires/20130123/us-sci-dna-data/#> (consultado el 6 de noviembre de 2013).

66. Derik Andreoli, «The Bakken Boom—A Modern-Day Gold Rush», Oil Drum, 12 de diciembre de 2011, <http://www.theoildrum.com/node/8697> (30 de octubre de 2013); A. E. Berman, «After the Gold Rush: A Perspective on Future U.S. Natural Gas Supply and Price», Oil Drum, 8 de febrero de 2012, <http://www.theoildrum.com/node/8914> (consultado el 30 de octubre de 2013).

67. Ajay Makan y Javier Blas, «Oil Guru Says US Shale Revolution is "Temporary"», *Financial Times*, 29 de mayo de 2013, <www.ft.com/cms/s/0/281b118ec870-11e2-acc6-00144feab7de.html#axzz2UbJC9Zz1> (consultado el 17 de octubre de 2013).

68. Matthew L. Wald, «Shale's Effect on Oil Supply Is Forecast to Be Brief», *The New York Times*, 12 de noviembre de 2013, <http://www.nytimes.com/2013/11/13/business/energy-environment/shales-effect-on-oil-supply-is-not-expected-to-last.html?_r=0> (consultado el 13 de noviembre de 2013).

Capítulo 6

1. Mark Richardson y Bradley Haylock, «Designer/Maker: The Rise of Additive Manufacturing, Domestic-Scale: Production and the Possible Implications for the Automotive Industry», *Computer Aided Design and Applications*, 2012, pág. 35.

2. Ashlee Vance, «3D Printers: Make Whatever You Want», *Bloomberg Businessweek*, 26 de abril de 2012, <http://www.businessweek.com/articles/2012-04-26/3d-printers-make-whatever-you-want> (consultado el 23 de agosto de 2013).

3. «Wohlers Associates Publishes 2012 Report on Additive Manufacturing and 3D Printing: Industry Study Shows Annual Growth of Nearly 30%», Wohlers Associates, 15 de mayo de 2012, <http://wohlersassociates.com/press56.htm> (consultado el 16 de agosto de 2013).

4. Richardson y Haylock, *art. cit.*

5. Irene Chapple, «Dickerson: Etsy Is Disrupting Global Supply Chains», CNN, 5 de junio de 2013, <http://edition.cnn.com/2013/06/05/business/etsy-leweb-craft-disrupting> (consultado el 28 de junio de 2013).

6. «A Brief History of 3D Printing», T. Rowe Price, diciembre de 2011, <http://individual.troweprice.com/staticFiles/Retail/Shared/PDFs/3D_Printing_Infographic_FINAL.pdf> (consultado el 2 de noviembre de 2013).

7. «Definition: Hacker», Search Security, octubre de 2006, <http://search security.techtarget.com/definition/hacker> (consultado el 15 de octubre de 2013).

8. Chris Anderson, «In the Next Industrial Revolution, Atoms Are the New Bits», *Wired*, 25 de enero de 2010, <http://www.wired.com/magazine/2010/01/ff_newrevolution/> (consultado el 8 de agosto de 2013).

9. J. M. Pearce, C. Morris Blair, K. J. Laciak, R. Andrews, A. Nosrat e I. Zelenika-Zovko, «3D Printing of Open Source Appropriate Technologies for Self-Directed Sustainable Development», *Journal of Sustainable Development* 3(4), 2010, pág. 18.

10. «Fab Lab FAQ», MIT Center for Bits and Atoms», <http://fablab.cba.mit.edu/about/faq/> (consultado el 27 de junio de 2013).

11. «MIT Fab Lab: the new technology revolution», Cardiff School of Art and Design, 27 de agosto de 2013, <http://cardiff-school-of-art-and-design.org/magazine/mit-fab-lab-the-new-technology-revolution/> (consultado el 14 de noviembre de 2013); Alison DeNisco, «Fab Lab Beginnings», District Administration (diciembre de 2012), <http://www.districtadministration.com/article/fab-lab-beginnings> (consultado el 14 de noviembre de 2013); «FabLab», Fab Education Bremen, <http://www.fabeducation.net/en/fablab-2.html> (consultado el 14 de noviembre de 2013).

12. Katherine Ling, «"Fab labs" out front in U.S. push to make manufacturing cool», Environment & Energy Publishing, 18 de septiembre de 2013, <http://www.eenews.net/stories/1059987450> (consultado el 14 de noviembre de 2013).

13. Andy Greenberg, «The Fab Life», *Forbes*, 13 de agosto de 2008, <http://www.forbes.com/2008/08/13/diy-innovation-gershenfeld-tech-egang08-cx_ag_0813gershenfeld.html> (consultado el 1 de abril de 2013).

14. Cory Doctorow, *Over Clocked: Stories of the Future Present*, Nueva York, Thunder's Mouth Press, 2007, pág. 4.

15. Chris Waldo, «Will We 3D Print Renewable Energy?», *3d Printer*, 5 de junio de 2012, <http://www.3dprinter.net/3d-printing-renewable-energy> (consultado el 30 de julio de 2013).

16. «Print Me the Head of Alfredo Garcia», *The Economist*, 10 de agosto de 2013, <http://www.economist.com/news/science-and-technology/21583238-new-low-cost-way-making-things-print-me-head-alfredo-garcia> (consultado el 18 de agosto de 2013).

17. Markus Kayser, «SolarSinter», *MarkusKayser*, 2011, <http://www.markuskayser.com/work/solarsinter/> (consultado el 11 de enero de 2013).

18. «Plastic, Fantastic! 3D Printers Could Recycle Old Bottles», *Tech News Daily*, 18 de enero de 2012, <http://www.technewsdaily.com/5446-filabot-3d-printing-material-recycled-plastic.html> (consultado el 2 de febrero de 2013); «Filabot Wee Kit Order Form», Filabot: the Personal Filament Maker, <http://www.filabot.com/collections/filabot-systems/products/filabot-wee-kit-welded> (consultado el 2 de febrero de 2013).

19. David J. Hill, «3D Printing Robot Produces Chairs and Tables from Recycled Waste», *Singularity Hub*, 23 de abril de 2012, <http://singularityhub.com/2012/04/23/3d-printing-robot-produces-chairs-and-tables-from-recycled-waste/> (consultado el 4 de abril de 2013).

20. Jason Dorrier, «3D Printed Homes? Here's the Scoop», *Singularity Hub*, 22 de agosto de 2012, <http://singularityhub.com/2012/08/22/3d-printers-may-someday-construct-homes-in-less-than-a-day/> (consultado el 30 de abril de 2013).

21. Jordan Cook, «The World's First 3D-Printed Building Will Arrive in 2014 (and It Looks Awesome)», *TechCrunch*, 20 de enero de 2013, <http://techcrunch.com/2013/01/20/the-worlds-first-3d-printed-building-will-arrive-in-2014-and-it-looks-awesome/> (consultado el 26 de enero de 2013).

22. «Dutch Architect to Build “Endless” House With 3D Printer», *3ders*, 15 de enero de 2013, <http://www.3ders.org/articles/20130115-dutch-architect-to-build-endless-house-with-3d-printer.html> (consultado el 26 de enero de 2013).

23. «Foster + Partners Works with European Space Agency to 3D Print Structures on the Moon», comunicado de prensa de Foster and Partners, 31 de enero de 2013, <http://www.fosterandpartners.com/news/foster-+-partners-works-with-european-space-agency-to-3d-print-structures-on-the-moon/> (consultado el 18 de febrero de 2013).

24. Ibíd.; «Building a Lunar Base with 3D Printing», Agencia Espacial Europea, 31 de enero de 2013, <http://www.esa.int/Our_Activities/Technology/Building_a_lunar_base_with_3D_printing> (consultado el 18 de febrero de 2013).

25. Edwin Kee, «Urbee 2 to Cross Country on Just 10 Gallons of Ethanol», *Ubergizmo*, 1 de marzo de 2013, <http://www.ubergizmo.com/2013/03/urbee-2-to-cross-country-on-just-10-gallons-of-ethanol/> (consultado el 4 de septiembre de 2013).

26. «Automotive Case Studies: Prototyping Is the Driving Force behind Great Cars», *Stratasys*, <http://www.stratasys.com/resources/case-studies/automotive/urbee> (consultado el 27 de junio de 2013).

27. Henry Ford y Samuel Crowther, *My Life and Work*, Garden City, NY, Garden City Publishing Co., 1922, pág. 72.

28. Alexander George, «3-D Printed Car is as Strong as Steel, Half the Weight, and Nearing Production», *Wired*, 27 de febrero de 2013, <http://www.wired.com/autopia/2013/02/3d-printed-car/> (consultado el 2 de junio de 2013).

29. Mary Beth Griggs, «3D Printers Spit Out Fancy Food, Green Cars, and Replacement Bones», *Discover Magazine*, 26 de marzo de 2012, <http://discovermagazine.com/2012/mar/31-3-d-printers-spit-out-fancy-food-and-green-cars#.UnvIBPmkoSU> (consultado el 7 de noviembre de 2013).

30. «Manitoba's Kor Ecologic Debuts Hybrid Urbee», *Canadian Manufacturing*, 2 de noviembre de 2012, <http://www.canadianmanufacturing.com/designengineering/news/manitobas-kor-ecologic-debuts-hybrid-urbee-11992> (consultado el 1 de noviembre de 2013).

31. Stewart Brand y Matt Herron, «Keep Designing-How the Information Economy Is Being Created and Shaped by the Hacker Ethic», *Whole Earth Review*, mayo de 1985, pág. 44.

32. Deborah Desrochers-Jacques, «Green Energy Use Jumps in Germany», *Der Spiegel*, 30 de agosto de 2011, <http://www.spiegel.de/international/cros sing-the-20-percent-mark-green-energy-use-jumps-in-germany-a-783314.html> (consultado el 7 de agosto de 2013); Berlin y Niebull, «Germany's Energy Transformation: Eneriewende», *The Economist*, 28 de julio de 2012, <http://www. economist.com/node/21559667> (consultado el 1 de octubre de 2013).

33. «The Strategic Cooperation between Daimler and the Renault-Nissan Alliance Forms Agreement with Ford», Daimler, 28 de enero de 2013, <http://www.daimler.com/dccom/0-5-7153-1-1569733-1-0-0-0-0-0-16694-0-0-0-00-0-0-0.html> (consultado el 31 de marzo de 2013).

34. Marcel Rosenbach y Thomas Schulz, «3D Printing: Technology May Bring New Industrial Revolution», *Der Spiegel*, 4 de enero de 2013, <http://www.spiegel.de/international/business/3d-printing-technology-poised-for-new-industrial-revolution-a-874833.html> (consultado el 5 de agosto de 2013).

35. Goli Mohammadi, «Open Source Ecology: Interview with Founder Marcin Jakubowski», *Makezine*, 11 de febrero de 2011, <http://blog.makezine.com/2011/02/11/open-source-ecology-interview-with-founder-marcin-jaku bowski/> (consultado el 17 de junio de 2013).

36. Rohan Pearce, «Open Source Ecology: Can Open Source Save the Planet?», *Computerworld Techworld*, 15 de diciembre de 2011, <http://www.techworld.com.au/article/410193/open_source_ecology_can_open_source_save_planet_/> (consultado el 9 de septiembre de 2013).

37. «Marcin Jakubowski: Open-Sourced Blueprints For Civilization», *Huffington Post*, 19 de diciembre de 2011, <http://www.huffingtonpost.com/2011/12/19/wiki-diy-civilization_n_1157895.html?view=print&comm_ref=false> (consultado el 12 de septiembre de 2013).

38. Helen Pidd, «Indian Blackout Held No Fear for Small Hamlet Where the Power Stayed On», *The Guardian*, 10 de septiembre de 2012, <http://www.guardian.co.uk/world/2012/sep/10/india-hamlet-where-power-stayed-on> (consultado el 29 de septiembre de 2013).

39. Ibíd.

40. Peerzada Abrar, «Gram Power: Yashraj Khaitan's "Smart Microgrid" Produces, Stores Renewable Energy on Location», *Economic Times*, 6 de julio de 2012, <http://articles.economictimes.indiatimes.com/2012-07-06/news/32566187_1_renewable-energy-innovation-pilferage> (consultado el 29 de septiembre de 2013).

41. Pidd, «Indian Blackout Held No Fear», *art. cit.*

42. «From Micro-Grids to Smart Grids», *Kidela*, 20 de noviembre de 2012, <http://www.kidela.com/resources/blackout-from-micro-grids-to-smart-grids/> (consultado el 30 de septiembre de 2013).

43. Ibíd.

44. «Mahatma Gandhi on Mass Production», entrevista del 16 de mayo de 1936, <http://www.tinytechindia.com/gandhiji2.html> (consultado el 21 de abril de 2013).

45. Surur Hoda, *Gandhi and the Contemporary World*, Indo-British Historical Society, 1997.

46. «Mahatma Gandhi on Mass Production.»

47. Ibíd.

48. Ibíd.

49. Hoda, *Gandhi and the Contemporary World*, *op. cit.*

50. «Mahatma Gandhi on Mass Production».

51. Hoda, *Gandhi and the Contemporary World*, *op. cit.*

52. *The Collected Works of Mahatma Gandhi*, vol. 83, 7 de junio de 194226 de enero de 1944, Nueva Delhi, Publications Division of the Government of India, 1999, pág. 113, <http://www.gandhiserve.org/cwmg/VOL083.PDF> (consultado el 14 de noviembre de 2013).

53. Mahatma Gandhi, *The Mind of Mahatma Gandhi: Encyclopedia of Ghandi's Thoughts*, R. K. Prabhu y U. R. Rao (comps.), Ahmedabad, India, Jitendra T Desai Navajivan Mudranalaya, 1966, págs. 243-244.

54. Adam Smith, *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, vol. 1, Londres, Methuen, 1961, pág. 475.

55. «Mahatma Gandhi's Views», TinyTech Plants, <http://www.tinytechindia.com/gandhi4.htm> (consultado el 14 de junio de 2013).

56. Prarelal, *Mahatma Gandhi: Poornahuti*, vol. 10: *The Last Phase K* (2ª parte), Ahmedabad, India, Navajivan Trust, 1956, pág. 522.

Capítulo 7

1. «Skype in the Classroom», Skype, 2013, <https://education.skype.com/> (consultado el 6 de noviembre de 2013); Sarah Kessler, «Skype CEO: Our Goal is to Connect 1 Million Classrooms», *Mashable*, 21 de septiembre de 2011, <http://mashable.com/2011/09/21/skype-in-the-classroom-tony-bates/> (consultado el 12 de noviembre de 2013).

2. «Curriki at a Glance», Curriki homepage, abril de 2012, <http://www.curriki.org/welcome/wp-content/uploads/2012/06/Curriki-At-a-Glance-04.04.12-update.pdf> (consultado el 23 de abril de 2013).

3. «Einstein Middle School, 8th Grade», *Facing the Future*, <http://www.facingthefuture.org/TakeAction/StudentsTakingAction/EinsteinMiddleSchool/tabid/165/Default.aspx#.Ubj2AaIkLE1> (consultado el 18 de abril de 2013).

4. Jennifer Rebecca Kelly y Troy D. Abel, «Fostering Ecological Citizenship: The Case of Environmental Service-Learning in Costa Rica», *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning* 6(2), 2012, <http://digitalcommons.georgiasouthern.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1330&context=int_jtl> (consultado el 8 de noviembre de 2013).

5. «Study Finds Environmental Education Programs Leads to Cleaner Air», Air Quality Partnership, 13 de abril de 2009, <http://www.airqualityaction.org/news.php?newsid=84> (consultado el 11 de abril de 2013).

6. Kelly y Abel, «Fostering Ecological Citizenship».

7. «Campus Compact Annual Membership Survey Results», Campus Compact 2011, <http://www.compact.org/wp-content/uploads/2008/11/2010-Annual-Survey-Exec-Summary-4-8.pdf> (consultado el 5 de mayo de 2013).

8. William Morgan, «Standardized Test Scores Improve with Service-Learning», National Service-Learning Clearinghouse, 2000, <http://www.service learning.org/library/resource/4752> (consultado el 1 de mayo de 2013).

9. Andrew Martin y Andrew W. Lehren, «A Generation Hobbled by the Soaring Cost of College», *New York Times*, 12 de mayo de 2012, <http://www.nytimes.com/2012/05/13/business/student-loans-weighing-down-a-genera tion-with-heavy-debt.html?pagewanted=all&_r=0> (consultado el 19 de mayo de 2013).

10. Carole Cadwalladr, «Do Online Courses Spell the End for the Traditional University?», *The Guardian*, 10 de noviembre de 2012, <http://www.theguardian.com/education/2012/nov/11/online-free-learning-end-of-university> (consultado el 1 de noviembre de 2013).

11. Tamar Lewin, «College of Future Could Be Come One, Come All», *New York Times*, 19 de noviembre de 2012, <http://www.nytimes.com/2012/11/20/education/colleges-turn-to-crowd-sourcing-courses.html?pagewanted=all> (consultado el 1 de noviembre de 2013).

12. Richard Pérez-Peña, «Harvard Asks Graduates to Donate Time to Free Online Humanities Class», *New York Times*, 25 de marzo de 2013, <http://www.nytimes.com/2013/03/26/education/harvard-asks-alumni-to-donate-time-to-free-online-course.html?_r=0> (consultado el 1 de noviembre de 2013).

13. Kathryn Ware, «Coursera Co-founder Reports on First 10 Months of Educational Revolution», *UVA Today*, 21 de febrero de 2013, <http://curry.virginia.edu/articles/coursera-co-founder-reports-on-first-10-months-of-educatio nal-revolution> (consultado el 8 de noviembre de 2013); «Courses», Coursera, 2013, <https://www.coursera.org/courses> (consultado el 12 de noviembre de 2013).

14. Cindy Atoji Keene, «A Classroom for the Whole World», *Boston Globe*, 19 de mayo de 2013, <http://www.bostonglobe.com/business/specials/glo be-100/2013/05/18/edx-president-anant-agarwal-aims-reach-billion-students-around-world/Kv5DZOiB0ABh84F4oM8luN/story.html> (consultado el 30 de octubre de 2013).

15. Cadwalladr, «Do Online Courses Spell the End», *art. cit.*

16. Ibíd.

17. Josh Catone, «In the Future, The Cost of Education Will Be Zero», *Mashable*, 24 de julio de 2013, <http://mashable.com/2009/07/24/education-social-media/> (consultado el 6 de agosto de 2013).

18. Tamar Lewin, «Universities Team with Online Course Provider», *New York Times*, 30 de mayo de 2013, <http://www.nytimes.com/2013/05/30/education/universities-team-with-online-course-provider.html> (consultado el 1 de noviembre de 2013).

19. «Costs for University of Maryland College Park», CollegeCalc, <http://www.collegecalc.org/colleges/maryland/university-of-maryland-college-park/> (consultado el 28 de junio de 2013).

20. Geoffrey A. Fowler, «An Early Report Card on Massive Open Online Courses», *Wall Street Journal*, 8 de octubre de 2013, <http://online.wsj.com/news/articles/SB10001424052702303759604579093400834738972> (consultado el 25 de noviembre de 2013).

21. Tamar Lewin, «Universities Reshaping Education on the Web», *New York Times*, 17 de julio de 2012, <http://www.nytimes.com/2012/07/17/education/consortium-of-colleges-takes-online-education-to-new-level.html?pagewanted=all> (consultado el 28 de octubre de 2013).

22. Kevin Carey, «Into the Future with CDI's», *Chronicle of Higher Education*, 3 de septiembre de 2012, <http://chronicle.com/article/Into-the-Future-With-CDI/134080/> (consultado el 28 de octubre de 2013).

Capítulo 8

1. Jeremy Rifkin, *El fin del trabajo*, Barcelona, Paidós Ibérica, 2010.

2. Jacob Goldstein y Lam Thuy Vo, «22 Million Americans Are Unemployed Or Underemployed», NPR, 4 de abril de 2013, <www.npr.orgblogsmoney20130404175697813 23-million-americans-are-unemployed-or-underemplo yed> (consultado el 12 de noviembre de 2013).

3. Jenny Marlar, «Global Unemployment at 8% in 2011», Gallup World, 17 de abril de 2012, <http://www.gallup.com/poll/153884/global-unemploy ment-2011.aspx> (consultado el 15 de octubre de 2013).

4. «Global Employment Trends 2013», International Labor Organization 2013, pág. 10, <http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/–dgreports/-dcomm/–publ/documents/publication/wcms_202326.pdf> (consultado el 7 de julio de 2013).

5. Nick Valery, «Difference Engine: Luddite Legacy», *The Economist*, 4 de noviembre de 2011, <http://www.economist.com/blogs/babbage/2011/11/arti ficial-intelligence> (consultado el 9 de julio de 2013).

6. Ibíd.

7. Michaela D. Platzer y Glennon J. Harrison, «The U.S. Automotive Industry: National and State Trends in Manufacturing Employment», Cornell University ILR School, agosto de 2009, pág. 8, <http://digitalcommons.ilr.cornell.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1671&context=key_workplace> (consultado el 7 de julio de 2013).

8. James Sherk, «Technology Explains Drop in Manufacturing Jobs», Heritage Foundation, 12 de octubre de 2010, <http://www.heritage.org/research/reports/2010/10/technology-explains-drop-in-manufacturing-jobs> (consultado el 10 de agosto de 2013).

9. Mark J. Perry, «The US Economy Is Now Producing 2.2% More Output than before the Recession, but with 3.84 Million Fewer Workers», American Enterprise Institute, 6 de noviembre de 2012, <http://www.aei-ideas.org/2012/11/the-us-economy-is-now-producing-2-2-more-output-than-before-the-reces sion-but-with-3-84-million-fewer-workers/> (consultado el 3 de septiembre de 2013).

10. Boerje Langefors, «Automated Design», en Robert Colborn, *Modern Science and Technology*, Princeton, NJ, Princeton University Press, 1965, pág. 699.

11. *Management Report on Numerically Controlled Machine Tools*, Chicago, Cox and Cox Consulting, 1958.

12. Alan A. Smith a J. O. McDonough, 18 de septiembre de 1952, N/C Project Files, MIT Archives.

13. Peter Joseph, Roxanne Meadows y Jacque Fresco, «The Zeitgeist Movement: Observations and Responses», *Zeitgeist Movement*, febrero de 2009 <http://www.bibliotecapleyades.net/sociopolitica/zeitgeist08.htm> (consultado el 13 de junio de 2013).

14. Caroline Baum, «So Who's Stealing China's Manufacturing Jobs?», *Bloomberg*, 14 de octubre de 2003, <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=aRI4bAft7Xw4> (consultado el 1 de julio de 2013).

15. John Markoff, «Skilled Work, without the Worker», *New York Times*, 18 de agosto de 2012, <http://www.nytimes.com/2012/08/19/business/new-wave-of-adept-robots-is-changing-global-industry.html?pagewanted=all&_r=0> (consultado el 1 de julio de 2013).

16. Ibíd.

17. «World Robotics 2012 Industrial Robots», International Federation of Robotics, <http://www.ifr.org/industrial-robots/statistics/> (consultado el 26 de mayo de 2013).

18. Russell Roberts, «Obama vs. ATMs: Why Technology Doesn't Destroy Jobs», *Wall Street Journal*, 22 de junio de 2011, <http://online.wsj.com/article/SB10001424052702304070104576399704275939640.html> (consultado el 26 de mayo de 2013).

19. Katie Drummond, «Clothes Will Sew Themselves in Darpa's Sweat-Free Sweatshops», *Wired*, 8 de junio de 2012, <http://www.wired.com/dangerroom/2012/06/darpa-sweatshop/> (consultado el 1 de junio de 2013).

20. Bernard Condon, «Millions of Middle-Class Jobs Killed by Machines in Great Recession's Wake», *Huffington Post*, 23 de enero de 2013, <http://www.huffingtonpost.com/2013/01/23/middle-class-jobs-machines_n_2532639.html?view=print&comm_ref=false> (consultado el 21 de julio de 2013).

21. Joseph G. Carson, «US Economic and Investment Perspectives-Manufacturing Payrolls Declining Globally: The Untold Story (Part 2)», *AllianceBernstein*, octubre de 2003.

22. «Postal Service Flexes Its Workforce Flexibility», USPS Office of Inspector General, 10 de junio de 2013, <http://www.uspsoig.gov/blog/postal-ser vice-flexes-its-workforce-flexibility/> (consultado el 13 de junio de 2013).

23. «Occupational Employment and Wages News Release», US Bureau of Labor Statistics, 29 de marzo de 2013, <http://www.bls.gov/news.release/ocwa ge.htm> (consultado el 3 de agosto de 2013).

24. Condon, «Millions of Middle-Class Jobs Killed by Machines in Great Recession's Wake», *art. cit.*

25. Alana Semuels, «Retail Jobs Are Disappearing as Shoppers Adjust to Self-Service», *Los Angeles Times*, 4 de marzo de 2011, <http://articles.latimes.com/print/2011/mar/04/business/la-fi-robot-retail-20110304> (consultado el 13 de julio de 2013).

26. Bill Siwicki, «Wal-Mart expands Self-Checkout in Stores via Its iPhone App», *Internet Retailer*, 20 de febrero de 2013, <http://www.internetretailer.com/2013/02/20/wal-mart-expands-self-checkout-stores-its-iphone-app> (consultado el 3 de noviembre de 2013).

27. Ricardo Sánchez, «Brick and Mortar vs. Online Retailers, A Decade Later...», *On Techies*, 31 de enero de 2012, <http://ontechies.com/2012/01/31/brick-and-mortar-vs-online-retailers-a-decade-later/> (consultado el 17 de junio de 2013).

28. Ibíd.

29. Sun Joo Kim, «How Will Brick and Mortar Stores Survive?», *Smart Planet*, 19 de octubre de 2012, <http://www.smartplanet.com/blog/bulletin/how-will-brick-and-mortar-stores-survive/3122> (consultado el 19 de junio de 2013).

30. Barney Jopson, «Shoes Stores Sock It to Online Buyers», *Financial Times*, 5 de mayo de 2013, <http://www.ft.com/cms/s/0/42893492-b385-11e2b5a5-00144feabdc0.html#axzz2W1rGveQo> (consultado el 7 de noviembre de 2013).

31. Campbell Phillips, «"Fit-lifters" Give Showrooming Shoe Browsers a Bad Name», *Power Retail*, 6 de mayo de 2013, <http://www.powerretail.com.au/multichannel/fit-lifters-give-showrooming-a-bad-name/> (consultado el 6 de julio de 2013).

32. Jason Perlow, «In the Battle of Clicks versus Bricks, Retail Must Transform or Die», *ZDNet*, 8 de diciembre de 2011, <http://www.zdnet.com/blog/perlow/in-the-battle-of-clicks-versus-bricks-retail-must-transform-or-die/19418> (consultado el 3 de agosto de 2013).

33. «Occupational Employment and Wages News Release», US Bureau of Labor Statistics, 29 de marzo de 2013, <http://www.bls.gov/news.release/ocwa ge.htm> (consultado el 8 de junio de 2013).

34. John Markoff, «Armies of Expensive Lawyers, Replaced by Cheaper Software», *New York Times*, 4 de marzo de 2011, <http://www.nytimes.com/2011/03/05/science/05legal.html?pagewanted=all> (consultado el 20 de octubre de 2013).

35. Ibíd.

36. Christopher Steiner, «Automatons Get Creative», *Wall Street Journal*, 17 de agosto de 2012, <http://online.wsj.com/news/articles/SB10000872396390444375104577591304277229534#printprin> (consultado el 30 de junio de 2013).

37. Ibíd.

38. «IBM Watson: Ushering in a New Era of Computing», IBM, <http://www-03.ibm.com/innovation/us/watson/> (consultado el 22 de octubre de 2013).

39. Brian T. Horowitz, «IBM, Nuance to Tune Watson Supercomputer for Use in Health Care», *EWeek*, 17 de febrero de 2011, <http://www.eweek.com/c/a/Health-Care-IT/IBM-Nuance-to-Tune-Watson-Supercomputer-for-Use-in-Health-Care-493127/> (consultado el 22 de octubre de 2013).

40. Associated Press, «Watson's Medical Expertise Offered Commercially», *Telegram*, 8 de febrero de 2013, <http://www.telegram.com/article/20130208/NEWS/102089640/0> (consultado el 22 de octubre de 2013).

41. «Lionbridge Language Solution Provider Expands Opportunities with Translation Technology», Microsoft Case Studies, 9 de julio de 2013, <http://www.microsoft.com/casestudies/Bing/Lionbridge/Language-Solution-Provider-Expands-Opportunities-with-Translation-Technology/710000001102> (consultado el 4 de septiembre de 2013).

42. Niko Papula, «Are Translators Losing Their Jobs Because of Machine Translation?», Multilizer Translation Blog, 13 de abril de 2011, <http://transla tion-blog.multilizer.com/are-translators-losing-their-jobs-because-of-machine-translation/> (consultado el 6 de septiembre de 2013).

Capítulo 9

1. Harold Hotelling, «The General Welfare in Relation to Problems of Taxation and of Railway and Utility Rates», *Econometrica* 6(3), julio de 1938, pág. 242.

2. Ibíd., pág. 258.

3. Ibíd., págs. 260-261.

4. Ibíd., pág. 242.

5. Ronald H. Coase, «The Marginal Cost Controversy», *Economica* 13(51), agosto de 1946, pág. 180.

6. Ibíd., pág. 173

7. John F. Duffy, «The Marginal Cost Controversy in Intellectual Property», *University of Chicago Law Review* 71(1), 2004, pág. 38.

8. Robert S. McIntyre, Matthew Gardner, Rebecca J. Wilkins y Richard Phillips, «Corporate Taxpayers & Corporate Tax Dodgers 2008-10», Citizens for Tax Justice and the Institute on Taxation and Economic Policy, noviembre de 2011, <http://www.ctj.org/corporatetaxdodgers/CorporateTaxDodgersRe port.pdf> (consultado el 7 de octubre de 2013).

9. «ICT Facts and Figures: The World in 2013», ICT Data and Statistics Division of the International Telecommunication Union, febrero de 2013, pág. 2, <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigu res2013.pdf> (consultado el 2 de octubre de 2013).

10. United Nations Environment Programme, «Feed in Tariffs as a Policy Instrument for Promoting Renewable Energies and Green Economies in Developing Countries», Wilson Rickerson, Chad Laurent, David Jacobs, Christina Dietrich y Christina Hanley (comps.), 2012, pág. 4, <http://www.unep.org/pdf/UNEP_FIT_Report_2012F.pdf> (consultado el 21 de octubre de 2013).

11. Ibíd.

12. Geert De Clercq, «Renewables Turn Utilities into Dinosaurs of the Energy World», *Reuters*, 8 de marzo de 2013, <http://www.reuters.com/article/2013/03/08/us-utilities-threat-idUSBRE92709E20130308> (consultado el 30 de agosto de 2013).

13. Dave Toke, «Community Wind Power in Europe and in UK», *Wind Engineering* 29(3), 2005.

14. De Clercq, «Renewables Turn Utilities into Dinosaurs», *art. cit.*

15. Ibíd.

16. Ibíd.

17. «Smart Grid Investment Grant Program: Progress Report», US Department of Energy, julio de 2012, pág. ii, <http://www.smartgrid.gov/sites/default/files/doc/files/sgig-progress-report-final-submitted-07-16-12.pdf> (consultado el 3 de febrero de 2014).

18. Litos Strategic Communication, «The Smart Grid: An Introduction», US Department of Energy, 2008, pág. 5, <http://energy.gov/sites/prod/files/oeprod/DocumentsandMedia/DOE_SG_Book_Single_Pages.pdf> (consultado el 3 de septiembre de 2013).

19. «Technology», Transphorm, Inc., <http://www.transphormusa.com/technology> (consultado el 6 de junio de 2013).

20. «Estimating the Costs and Benefits of the Smart Grid: A Preliminary Estimate of the Investment Requirements and the Resultant Benefits of a Fully Functioning Smart Grid», Electric Power Research Institute, marzo de 2011, pág. 4.

21. Michael Bame, «USS Gerald Ford Aircraft Carrier», *About.com*, 2013, <http://defense.about.com/od/Navy/a/Uss-Gerald-Ford-Aircraft-Carrier.htm> (consultado el 17 de junio de 2013); «Building an Energy Future: Annual Report», Royal Dutch Shell, 31 de diciembre de 2012, pág. 10.

22. Vaclav Smil, «Moore's Curse and the Great Energy Delusion», *American*, 19 de noviembre de 2008, <http://www.american.com/archive/2008/nov ember-december-magazine/moore2019s-curse-and-the-great-energy-delusion> (consultado el 6 de junio de 2013).

23. Scott DiSavino, «U.S. Smart Grid to Cost Billions, Save Trillions», *Reuters*, 24 de mayo de 2011, <http://www.reuters.com/article/2011/05/24/us-utili ties-smartgrid-epri-idUSTRE74N7O420110524> (consultado el junio 7 de 2013); «Estimating the Costs and Benefits of the Smart Grid: A Preliminary Estimate of the Investment Requirements and the Resultant Benefits of a Fully Functioning Smart Grid», Electric Power Research Institute, marzo de 2011, pág. 21.

24. «Growing International Co-Operation Driving the Spread of Smart Grids», *GlobalData*, junio de 2012, págs. 1-7.

25. Katie Fehrenbacher, «For the Smart Grid, the Wireless Debates Are Over», *Gigaom*, 23 de enero de 2012, <http://gigaom.com/2012/01/23/for-the-smart-grid-the-wireless-debates-are-over/> (consultado el 5 de julio de 2013).

26. Dave Karpinski, «Making the "Smart Grid" Smarter with Broadband Wireless Networks and the Internet», *Crain's Cleveland Business*, 11 de septiembre de 2012, <http://www.crainscleveland.com/article/20120911/BLOGS 05/309119999> (consultado el 7 de julio de 2013).

27. Ibíd.

28. Sunil Paul y Nick Allen. «Inventing the Cleanweb», *MIT Technology Review*, 2 de abril de 2012, <http://www.technologyreview.com/news/427382/inventing-the-cleanweb/> (consultado el 17 de agosto de 2013).

29. Paul Boutin, «The Law of Online Sharing», *Technology Review*, enero-febrero de 2012.

30. Yuliya Chernova, «New York's Cleanweb Hackathon Sparks Green Ideas Where Cleantech and IT Intersect», *Wall Street Journal*, 2 de octubre de 2012, <http://blogs.wsj.com/venturecapital/2012/10/02/new-yorks-clean-web-hackathon-sparks-green-ideas-where-clean-tech-and-it-intersect/> (consultado el 3 de septiembre de 2013); Martin LaMonica, «Cleanweb Hackers Get Busy with Energy Data», *CNET*, 23 de enero de 2012, <http://news.cnet. com/8301-11128_3-57363873-54/cleanweb-hackers-get-busy-with-energy-da ta/> (consultado el 3 de septiembre de 2013).

31. Paul y Allen, «Inventing the Cleanweb», *art. cit.*

32. «Green Button Data: More Power to You», US Department of Energy, 18 de mayo de 2012, <http://energy.gov/articles/green-button-data-more-power-you> (consultado el 10 de septiembre de 2013).

33. «Statements of Support for Green Button Initiative», White Houe Office of Science and Technology Policy, última modificación el 22 de marzo de 2012, <http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ostp/pressroom/03222012support> (consultado el 22 de agosto de 2013).

34. «Check Out the Social Energy App by Facebook, NRDC, Opower», *Alliance to Save Energy*, última modificación el 20 de marzo de 2012, <http://www.ase.org/efficiencynews/preview-social-energy-app-facebook-nrdc-opower> (consultado el 19 de julio de 2013).

35. Dominic Basulto, «The Cleanweb: Green Energy Meets Moore's Law», *Big Think*, 15 de mayo de 2012, <http://bigthink.com/endless-innovation/the-cleanweb-green-energy-meets-moores-law> (consultado el 19 de julio de 2013).

36. Cecilia Kang, «Tech, Telecom Giants Take Sides as FCC Proposes Public Wi-Fi Networks», *Cullman Times*, 4 de febrero de 2013, <http://www.cullmantimes.com/local/x1303538507/Tech-Telecom-Giants-Take-Sides-as-FCC-Proposes-Public-Wi-Fi-Networks> (consultado el 3 de noviembre de 2013).

37. Ibíd.

38. Ibíd.

39. Ibíd.

40. Ibíd.

41. Ibíd.

42. «Radio Act of 1927», United States Early Radio History, 23 de febrero de 1927, <http://earlyradiohistory.us/sec023.htm#part090> (consultado el 22 de octubre de 2013).

43. «The Communications Act of 1934», US Department of Justice, 19 de junio de 1934, <http://it.ojp.gov/default.aspx?area=privacy&page=1288#conte ntTop> (consultado el 22 de octubre de 2013).

44. «Unlicensed Spectrum Subcommittee Report», US Department of Commerce, National Telecommunications & Information Administration, 6 de enero de 2010, pág. 4.

45. Ibíd.

46. Ibíd.

47. Carmela Aquino y Sarah Radwanick, «2012 Mobile Future in Focus», ComScore, febrero de 2012, <http://www.comscore.com/Insights/Presentations_and_Whitepapers/2012/2012_Mobile_Future_in_Focus> (consultado el 23 de octubre de 2013).

48. «Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2010-2015», Cisco, 1 de febrero de 2011, pág. 10, < http://newsroom.cisco.com/dlls/ekits/Cisco_VNI_Global_Mobile_Data_Traffic_Forecast_2010_2015.pdf> (consultado el 3 de febrero de 2014).

49. «Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012-2017», Cisco, 6 de febrero de 2013, pág. 11, <http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.html>

50. Yochai Benkler, «Open Wireless vs. Licensed Spectrum: Evidence from Market Adoption», *Harvard Journal of Law and Technology* 26(1), 2012, <http://cyber.law.harvard.edu/publications/2012/unlicensed_wireless_v_licensed_spectrum> (consultado el 23 de octubre de 2013).

51. «Auctions», US Federal Communications Commission, <http://www.fcc.gov/topic/auctions> (consultado el 4 de junio de 2013).

Capítulo 10

1. Garrett Hardin, «The Tragedy of the Commons», *Science* 162, nº 3859, 13 de diciembre de 1968, pág. 1244.

2. Ibíd., págs. 1243-1248.

3. Garrett Hardin, «Political Requirements for Preserving Our Common Heritage», en P. Brokaw (comp.), *Wildlife and America*, Howard, Washington DC, Council on Environmental Quality, 1978, págs. 310-317.

4. Carol Rose, «The Comedy of the Commons», *University of Chicago Law Review* 53(3), 1986, pág. 720.

5. Crawford B. Macpherson, *Democratic Theory*, Oxford, Clarendon Press, 1973, págs. 123-124.

6. Rose, «The Comedy of the Commons», *art. cit.*, pág. 767.

7. Ibíd., pág. 768.

8. Ibíd., pág. 774.

9. Ibíd.

10. Elinor Ostrom, *The Governing of the Commons*, Cambridge, Cambridge University Press, 1990, pág. 58.

11. Hardin, «The Tragedy of the Commons», *art. cit.*, pág. 1244.

12. Ostrom, *The Governing of the Commons*, *op. cit.*, pág. 59.

13. Ibíd.

14. Ibíd., págs. 61-62.

15. Ibíd., pág. 62.

16. Robert McC. Netting, «What Alpine Peasants Have in Common: Observations on the Communal Tenure in a Swiss Village», *Human Ecology* 4(2), 1976, págs. 135-146.

17. Ostrom, *The Governing of the Commons*, pág. 62.

18. Ibíd., págs. 62-63.

19. Netting, «What Alpine Peasants Have in Common».

20. Ostrom, *The Governing of the Commons*, *op. cit.*, pág. 64.

21. Ibíd., págs. 91-102.

22. Elinor Ostrom, «Beyond Markets and States: Polycentric Governance of Complex Economic Systems», discurso de aceptación del premio Nobel, Workshop in Political Theory and Policy Analysis from Indiana University, Bloomington, IN, 8 de diciembre de 2009, págs. 424, 425, <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/2009/ostrom_lecture.pdf> (consultado el 3 de noviembre de 2013).

23. Ibíd.

24. Douglas Robinson y Nina Medlock, «*Diamond v. Chakrabarty*: A Retrospective on 25 Years of Biotech Patents», *Intellectual Property and Technology Law Journal* 17(10), 2005, pág. 12.

25. Leonard S. Rubenstein, «Brief on Behalf of the Peoples Business Commission, Amicus Curiae», en relación con *Diamond v. Chakrabarty*, n^{os} 79-136, 13 de diciembre de 1979, <http://www.justice.gov/atr/public/workshops/ag2010/015/AGW-14399-a.doc> (consultado el 1 de noviembre de 2013).

26. Ibíd.

27. «New Forms of Life Can be Patented U.S. Court Rules», *Montreal Gazette*, Associated Press, 17 de junio de 1980, <http://news.google.com/newspapers ?nid=1946&dat=19800617&id=OokxAAAAIBAJ&sjid=dKQFAAAAIBAJ&pg=3169,3065019> (consultado el 20 de julio de 2013).

28. «A History of Firsts», Genentech, 2012, <http://www.gene.com/media/company-information/chronology> (consultado el 19 de junio de 2013).

29. Keith Schneider, «Harvard Gets Mouse Patent, A World First», *New York Times*, 13 de abril de 1988, <http://www.nytimes.com/1988/04/13/us/harvard-gets-mouse-patent-a-world-first.html?pagewanted=print&src=pm> (consultado el 25 de junio de 2013).

30. Marcy Darnovsky y Jesse Reynolds, «The Battle to Patent Your Genes», *American Interest*, septiembre/octubre de 2009, <http://www.the-american-interest.com/article-bd.cfm?piece=653> (consultado el 20 de julio de 2013).

31. «Porto Alegre Treaty to Share the Genetic Commons», UK Food Group, 1 de febrero de 2002, <http://www.ukabc.org/genetic_commons_treaty.htm> (consultado el 21 de julio de 2013).

32. John Roach, «"Doomsday" Vault Will End Crop Extinction, Expert Says», *National Geographic*, 27 de diciembre de 2007, <http://news.nationalgeographic.com/news/2007/12/071227-seed-vault.html> (consultado el 28 de abril de 2013).

33. Aaron Saenz, «Costs of DNA Sequencing Falling Fast—Look at these Graphs!», Singularity University, 5 de marzo de 2001, <http://singularityhub.com/2011/03/05/costs-of-dna-sequencing-falling-fast-look-at-these-graphs/> (consultado el 19 de junio de 2013).

34. David Altshuler, John Bell, Todd Golub y otros, «Creating a Global Alliance to Enable Responsible Sharing of Genomic and Clinical Data», *Broad Institute*, 3 de junio de 2013, <http://www.broadinstitute.org/files/news/pdfs/GAWhitePaperjunio3.pdf> (consultado el 8 de noviembre de 2013).

35. Ariana Eunjung Cha, «Glowing Plants Illuminate Regulatory Debate», *The Washington Post*, 4 de octubre de 2013, <http://www.washingtonpost.com/national/health-science/glowing-plant-project-on-kickstarter-sparks-debate-about-regulation-of-dna-modification/2013/10/03/e01db276-1c78-11e3-82ef-a059e54c49d0_story.html> (consultado el 8 de noviembre de 2013).

36. Ibíd.

37. Jeremy Rifkin, *El siglo de la biotecnología: el comercio genético y el nacimiento de un mundo feliz*, Barcelona, Paidós Ibérica, 2009.

38. Kendall Haven, *One Hundred Greatest Science Discoveries of All Time*, Westport, CT, Libraries Unlimited, 2007, pág. 221.

39. Lydia Nenow, «To Patent or Not to Patent: The European Union's New Biotech Directive», *Houston Journal of International Law* 23(3), 2001, pág. 25, <http://www.thefreelibrary.com/To+patent+or+not+to+patent%3A+the+European+Union's+new+biotech...-a075908314> (consultado el 7 de noviembre de 2013).

Capítulo 11

1. William Henry Gates III, «An Open Letter to Hobbyists», 3 de febrero de 1976, <http://www.blinkenlights.com/classiccmp/gateswhine.html> (consultado el 3 de febrero de 2014).

2. «What Is Free Software?», GNU Project-Free Software Foundation, 18 de junio de 2013, <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html> (consultado el 26 de junio de 2013).

3. Ibíd.

4. C. Arvind Kumar, *Welcome to the 'Free' World: A Free Software Initiative*, Hyderabad, Indian Universities Press, 2011, pág. 28.

5. Lawrence Lessig, «Code Is Law: On Liberty in Cyberspace», *Harvard Magazine*, enero-febrero de 2000, <http://harvardmagazine.com/2000/01/codeis-law-html> (consultado el 13 de junio de 2013).

6. Eben Moglen, «Anarchism Triumphant: Free Software and the Death of Copyright», *First Monday* 4(8), 2 de agosto de 1999, <http://pear.accc.uic.edu/ojs/index.php/fm/article/view/684/594> (10 de junio de 2013).

7. Steven J. Vaughan-Nichols, «Fast, Faster, Fastest: Linux Rules Supercomputing», *ZD Net*, 19 de junio de 2012, <http://www.zdnet.com/blog/open-sour ce/fast-faster-fastest-linux-rules-supercomputing/11263> (consultado el 13 de junio de 2013); Roger Parloff, «How Linux Conquered the Fortune 500», CNN Money, 6 de mayo de 2013, <http://money.cnn.com/2013/05/06/technology/li nux-500.pr.fortune/> (consultado el 13 de noviembre de 2013).

8. Moglen, «Anarchism Triumphant», *art. cit.*

9. Ibíd.

10. «History of the OSI», Open Source Initiative, septiembre de 2012, <http://opensource.org/history> (consultado el 13 de junio de 2013).

11. Richard Stallman, «Why "Open Source" Misses the Point of Free Software», *Communications of the ACM* 52(6), 2009, pág. 31.

12. Ibíd.

13. Ibíd., pág. 33.

14. Eric Steven Raymond, «The Cathedral and the Bazaar», UnderStone. net, 22 de agosto de 2001, <http://www.unterstein.net/su/docs/CathBaz.pdf> (consultado el 13 de junio de 2013).

15. Jeremy Rifkin, *La civilización empática*, Barcelona, Paidós Ibérica, 2010.

16. Elizabeth L. Eisenstein, *The Printing Revolution in Early Modern Europe*, Cambridge, UK, Cambridge University Press, 1983, pág. 95.

17. Lawrence Lessig, «Culture Wars: Getting to Peace», en Brian Fitzgerald y Benedict Atkinson (comps.), *Copyright Future Copyright Freedom: Marking the 40th Anniversary of the Commencement of Australia's Copyright Act 1968*, Sydney, Sydney University Press, 2011, pág. 116.

18. «ICT Facts and Figures: The World in 2013», ICT Data and Statistics Division of the International Telecommunication Union, febrero de 2013, <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigu res2013.pdf> (consultado el 20 de junio de 2013).

19. Lawrence Lessig, «Getting Our Values around Copyright Rights», *Educause Review* 45(2), marzo-abril de 2010, pág. 36.

20. Ibíd.

21. «History», Creative Commons, junio de 2013, <http://creativecommons.org/about/history> (consultado el 13 de junio de 2013).

22. «200 million Creative Commons photos and counting!», Flickr, 5 de octubre de 2011, <http://blog.flickr.net/en/2011/10/05/200-million-creative-commons-photos-and-counting> (consultado el 26 de junio de 2013).

23. Dara Kerr, «YouTube breaks records with 4M Creative Commons videos», CNET, 25 de julio de 2012, <http://news.cnet.com/8301-1023_3-5748 0300-93/youtube-breaks-records-with-4m-creative-commons-videos/> (consultado el 23 de junio de 2013).

24. «History», Creative Commons.

25. «Personal Genome Project—Homepage», Personal Genome Project 2013, <http://www.personalgenomes.org/> (consultado el 23 de junio de 2013).

26. Ibíd.; David Ewing Duncan, «On a Mission to Sequence the Genomes of 100,000 People», *New York Times*, 7 de junio de 2010, <http://www.nytimes.com/2010/06/08/science/08church.html> (consultado el 13 de noviembre de 2013).

27. «Sharing Policies», Personal Genome Project 2013, <http://www.personalgenomes.org/sharing> (consultado el 23 de junio de 2013).

28. Lessig, «Getting Our Values around Copyright Rights», *art. cit.*, pág. 42.

29. James Boyle, «The Second Enclosure Movement and the Construction of the Public Domain», *Law and Contemporary Problems* 66(33), 2003, pág. 37.

30. Ibíd., pág. 40

31. Ibíd., pág. 48.

32. Nicholas Polunin y Jacques Grinevald, «Vernadsky and Biosphere Ecology», *Environmental Conservation* 15(2), verano de 1988, págs. 117-122.

33. Ibíd.

34. James E. Lovelock y Lynn Margulis, «Atmospheric Homeostasis By And For The Biosphere: The Gaia Hypothesis», *Tellus* 26 (1-2), 1974, págs. 2-10.

35. Geoffrey Lean, «Focus: Trade Wars-The hidden tentacles of the world's most secret body», *Independent*, 18 de julio de 1999, <http://www.independent. co.uk/life-style/focus-trade-wars-the-hidden-tentacles-of-the-worlds-most-se cret-body-1107215.html> (consultado el 1 de julio de 2013).

36. Kim Murphy y Lynn Marshall, «WTO Protesters Return to Seattle without the Violence of Last Year», *Los Angeles Times*, 1 de diciembre de 2000, <http://articles.latimes.com/2000/dec/01/news/mn-59763> (consultado el 22 de octubre de 2013).

37. Sonny Bono Copyright Term Extension Act, PL 105-298, 105th Congress, 2nd Session, 27 de octubre de 1998, <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-105publ298/pdf/PLAW-105publ298.pdf> (consultado el 13 de junio de 2013).

38. Digital Millennium Copyright Act, PL 105-304, 105th Congress, 2nd Session, 28 de octubre de 1998, <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-105publ304/pdf/PLAW-105publ304.pdf> (consultado el 13 de junio de 2013).

39. Jay Walljasper, «From Middle East to Wall Street, Justice Depends on Public Spaces», *Commons Magazine*, 25 de junio de 2012, <http://onthecommons.org/magazine/middle-east-wall-street-justice-depends-public-spaces> (consultado el 7 de noviembre de 2013).

40. Ibíd.

41. Jonathan Rowe, «The Hidden Commons», *Yes! Magazine*, 30 de junio de 2001, <http://www.yesmagazine.org/issues/reclaiming-the-commons/the-hidden-commons> (consultado el 16 de junio de 2013).

42. Mike Bergan, «The American Commons», 10,000 Birds, 6 de agosto de 2007, <http://10000birds.com/the-american-commons.htm> (consultado el 2 de julio de 2013).

43. Yochai Benkler, «Coase's Penguin, or, Linux and *The Nature of the Firm*», *Yale Law Journal* 112(369) v.04.3, agosto de 2002, págs. 1-2, <http://www.benkler.org/CoasesPenguin.PDF> (consultado el 26 de junio de 2013).

44. Peter Barnes, *Capitalism 3.0: A Guide to Reclaiming the Commons*, San Francisco, Berrett-Koehler Publishers, 2006, pág. xiv.

Capítulo 12

1. Yochai Benkler, *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*, New Haven, Yale University Press, 2006, pág. 470.

2. Brett M. Frischmann, «Cultural Environmentalism and The Wealth of Networks», *University of Chicago Law Review* 74(1083), 2001, pág. 1132.

3. Ibíd., pág. 1133.

4. «Internet Corporations for Assigned Names and Numbers: Board of Directors», ICANN 2013, <http://www.icann.org/en/groups/board>.

5. «Who Governs the Internet», Global Partners and Associates, 3, <http://www.global-partners.co.uk/wp-content/uploads/who-governs-internet_web2.pdf> (consultado el 13 de junio de 2013).

6. Ibíd.

7. Chengetai Masango, «About the Internet Governance Forum», Internet Governance Forum, 17 de octubre de 2011, <http://www.intgovforum.org/cms/aboutigf> (consultado el 13 de junio de 2013).

8. «Who Governs the Internet», pág. 4.

9. Ibíd., pág. 7.

10. Ibíd., pág. 8.

11. Patricia O'Connell (comp.) «Online Extra: At SBC, It's All about Scale and Scope», *Bloomberg Businessweek*, 6 de noviembre de 2005, <http://www.businessweek.com/stories/2005-11-06/online-extra-at-sbc-its-all-about-scale-and-scope>.

12. Kevin O'Brien, «Limiting Data Use in Germany», *New York Times*, 12 de mayo de 2013, <http://www.nytimes.com/2013/05/13/technology/deutsche-te lekom-data-use-and-net-neutrality.html>.

13. Ibíd.

14. «Open Internet», Federal Communications Commission, <http://www.fcc.gov/openinternet#rules>.

15. Brett Frischmann, *Infrastructure: The Social Value of Shared Resources*, Nueva York, Oxford University Press, 2013, pág. 349.

16. Tim Berners-Lee, «Long Live the Web: A Call for Continued Open Standards and Neutrality», *Scientific American*, 22 de noviembre de 2010, <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=long-live-the-web&print= true>.

17. Ibíd.

18. Ibíd.

19. Ibíd.

20. Matt Beswick, «Google Search Queries by the Numbers», *STAT*, 27 de julio de 2012, <http://getstat.com/blog/google-search-queries-the-numbers/>.

21. «Internet and Search Engine Usage by Country», Globalization Partners International 2011, <http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780789747884/supplements/9780789747884_appC.pdf> (consultado el 13 de junio de 2013).

22. Glenn Chapman, «Google 2012 Revenue Hits $50 Billion, Profits Up», *Dawn*, 23 de enero de 2013, <http://beta.dawn.com/news/780915/google-2012-revenue-hits-50-billion-profits-up>.

23. «Social Media Market Share», KarmaSnack 2013, <http://www.karmasnack.com/about/social-media-market-share/> (consultado el 14 de junio de 2013); «Number of Active Users at Facebook Over the Years», *Yahoo! News* (Associated Press), 1 de mayo de 2013, <http://news.yahoo.com/number-active-users-facebook-over-230449748.html>.

24. Alexis C. Madrigal, «The Case for Facebook», *The Atlantic*, 29 de mayo de 2012, <http://www.theatlantic.com/technology/archive/2012/05/the-case-for-facebook/257767/>.

25. Robert Hof, «Poof! $1 Billion Slashed from 2012 Facebook Revenue Forecast», *Forbes*, 30 de agosto de 2012, <http://www.forbes.com/sites/robert hof/2012/08/30/poof-1-billion-slashed-from-2012-facebook-revenue-forecast/>.

26. Lisa O'Carroll, «Twitter Active Users Pass 200 Million», *The Guardian*, 18 de diciembre de 2012, <http://www.guardian.co.uk/technology/2012/dec/18/twitter-users-pass-200-million>.

27. Jonathan Erlichman y Brian Womack, «Twitter Said to Expect $1 Billion in Ad Revenue in 2014», *Bloomberg*, 2 de junio de 2012, <http://www.bloomberg.com/news/2012-06-01/twitter-said-to-expect-1-billion-in-sales-in-2014-on-ad-growth.html>.

28. Hal Singer, «Who Competes with Google Search? Just Amazon, Apple, and Facebook», *Forbes*, 18 de septiembre de 2012, <http://www.forbes.com/sites/halsinger/2012/09/18/who-competes-with-google-in-search-just-amazon-apple-and-facebook/>.

29. «Inside Amazon», Amazon.com, <http://india.amazon.com/InsideAmazon.html> (consultado el 28 de junio de 2013).

30. Justus Haucap y Ulrich Heimeshoff, «Google, Facebook, Amazon, eBay: Is the Internet Driving Competition or Market Monopolization?», Dusseldorf Institute for Competition Economics, nº 83, enero de 2013.

31. Alex Wilhelm, «eBay Beats Expectations with Q4 Revenues of $3.99 Billion, EPS of $0.70 on Back of Strong PayPal Performance», *TNW*, 16 de enero de 2013, <http://thenextweb.com/insider/2013/01/16/ebays-hitsmisses-with-q4-revenue-of-earnings-per-share-of/>.

32. Paul Sawers, «Facebook, Twitter, iTunes, and Google: The Rise of Digital Monopolies», *TNW*, 2 de octubre de 2011, <http://thenextweb.com/insider/2011/10/02/facebook-twitter-itunes-and-google-the-rise-of-digital-mono polies/>.

33. Tim Wu, «In the Grip of the New Monopolists», *Wall Street Journal*, 13 de noviembre de 2010, <http://online.wsj.com/article/SB10001424052748704635704575604993311538482.html>.

34. Ibíd.

35. Lam Thuy Vo, «Another Ridiculous Number from the Patent Wars», *NPR Planet Money*, 27 de abril de 2012, <http://www.npr.org/blogs/money/2012/04/27/151357127/another-ridiculous-number-from-the-patent-wars>.

36. Angus Johnston, «Still More Questions about Why Wikileaks Hasn't Trended on Twitter», *Student Activism*, 5 de diciembre de 2010, <http://studen tactivism.net/2010/12/05/wikileaks-twitter-3/>.

37. Tarleton Gillespie, «Can an Algorithm Be Wrong? Twitter Tends, the Specter of Censorship, and Our Faith in the Algorithms around Us», *Social Media Collective*, 19 de octubre de 2011, <http://socialmediacollective.org/2011/10/19/can-an-algorithm-be-wrong/>.

38. Ibíd.

39. Zeynep Tufekci, «Google Buzz: The Corporatization of Social Commons», *Technosociology*, 17 de febrero de 2010, <http://technosociology. org/?p=102>.

40. «From the New Deal to a New Century», Tennessee Valley Authority, <http://www.tva.com/abouttva/history.htm> (consultado el 14 de junio de 2013); Phillip F. Schewe, *The Grid*, Washington DC, Joseph Henry Press, 2007, pág. 101.

41. Harold Hotelling, «The General Welfare in Relation to Problems of Taxation and of Railway and Utility Rates», *Econometrica* 6(3), julio de 1938, pág. 258.

42. Ibíd.

43. Ibíd.

44. Ibíd.

45. Ibíd., págs. 258-259.

46. R. H. Coase, «The Marginal Cost Controversey», *Economica*, 13(51), agosto de 1946, pág. 176.

47. «Rural Electrification Administration», Next New Deal, 25 de febrero de 2011, <http://www.nextnewdeal.net/rural-electrification-administration>.

48. «Tennessee Valley Authority», United States History, <http://www.u-s-history.com/pages/h1653.html>.

49. «Vote for Republican Congressmen», *Chicago Tribune*, 4 de noviembre de 1934, pág. 46.

50. David E. Nye, *Electrifying America: Social Meanings of a New Technology, 1880-1940*, Cambridge, MA, MIT Press, 1991, pág. 317.

51. Ibíd., pág. 318.

52. Ibíd., pág. 320.

53. Ibíd., pág. 322.

54. Ronald C. Tobey, *Technology as Freedom: The New Deal and the Electrical Modernization of the American Home*, Berkeley, University of California Press, 1996, pág. 6.

55. Nye, *Electrifying America*, *op. cit.*, pág. 321.

56. «Path to Prosperity», SEIU, enero de 2009, págs. 9-10, <http://www.seiu.org/images/pdfs/Path_to_Prosperity.pdf>.

57. «Rural Energy Savings Program: Frequently Asked Questions», *Assistant Democratic Leader*, <http://assistantdemocraticleader.house.gov/index. cfm? a=Files.Serve&File_id=c77509d5-0838-4371-bc47-d7e20f509375> (consultado el 28 de octubre de 2013).

58. «Rural Electric», University of Wisconsin Center for Cooperatives, Research on the Economic Impact of Cooperatives, <http://reic.uwcc.wisc.edu/electric/>.

59. «Co-op Facts & Figures», National Rural Electric Cooperative Association, 2013, <http://www.nreca.coop/members/Co-opFacts/Pages/default. aspx>.

60. Ibíd.

61. «Cooperative Principles and Values», International Cooperative Alliance, 2011, <http://www.cdi.coop/icaprinciples.html>.

62. Ibíd.

63. «The Rochdale Principles», Rochdale Pioneers Museum, <http://www.rochdalepioneersmuseum.coop/about-us/the-rochdale-principles>.

64. «Cooperative Facts and Figures», International Cooperative Alliance, <http://ica.coop/en/whats-co-op/co-operative-facts-figures> (consultado el 4 de septiembre de 2013); «Cooperatives Around the World», 2012 International Year of Cooperatives, 2012, <http://usa2012.coop/about-co-ops/cooperatives-around-world> (consultado el 12 de noviembre de 2013).

65. Paul Hazen, «Remarks of Paul Hazen-White House Meeting, June 2, 2011», National Cooperative Business Association, 2 de junio de 2011, <http://www.ncba.coop/component/content/article/6-what-we-do/1087-remarks-of-paul-hazen-white-house-meeting-june-2-2011>.

66. Joan Sanstadt, «Cooperatives Have Important Worldwide Role», *AgriView*, 11 de octubre de 2012, <http://www.agriview.com/news/regional/coope ratives-have-important-worldwide-role/article_09b0b020-13f1-11e2-ae03-001a4bcf887a.html>.

67. Ibíd.

68. «Welcome to Land O'Lakes, Inc.», Land O'Lakes Inc., 2011, <http://www.landolakesinc.com/company/default.aspx> (consultado el 19 de junio de 2013); «National Grape Cooperative», Welch's International, 2012, <http://www.welchsinternational.com/resources/coop.shtml> (consultado el 19 de junio de 2013).

69. «Profiles of a Movement: Co-operative Housing around the World», CECODHAS Housing Europe, abril de 2012, <http://www.housingeurope.eu/issue/2577>.

70. David Rodgers, «Housing Co-Operative: Some Comparative Statistics», Northern Ireland Co-operative Forum, 9 de mayo de 2012, <nicoop-forum. co.uk/wp-content/.../David-Rodgers-9th-May-20121.ppt>.

71. «Profiles of a Movement.»

72. Ibíd.

73. Hans Groeneveld y August Sjauw-Koen-Fa, «Co-Operative Banks in the New Financial System», Rabobank Group, octubre de 2009, <http://www.globalcube.net/clients/eacb/content/medias/publications/external_studies/cb_financial_system_Rabobank_2009.pdf>.

74. Giselle Weybrecht, «2012 International Year of Cooperatives and Management Education-Introduction (part 1)», *Prime Time*, 27 de noviembre de 2012, <http://primetime.unprme.org/2012/11/27/2012-international-year-of-cooperatives-and-management-education-introduction-part-1/>.

75. «International Co-operatives», *Year Book Australia*, 2012, <http://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/Lookup/by%20Subject/1301.0~2012~Main%20Features~International%20co-operatives~291>.

76. «Statement for the Record of the House Financial Services Committee Hearing on Financial Literacy and Education: The Effectiveness of Governmental and Private Sector Initiatives», Credit Union National Association, 15 de abril de 2008, <http://ow.ly/mdE4I>.

77. Catherine New, «Credit Union Deposits Outpaced Banks since WaMu Failure, Study», *Huffington Post*, 2 de agosto de 2012, <http://www.huffingtonpost.com/2012/08/02/credit-union-deposits_n_1733448.html>.

78. Credit Union Industry Assets Top $1 Trillion, National Credit Union Administration, marzo de 2012, <http://www.ncua.gov/News/Pages/NW 20120601AssetsTrillion.aspx> (consultado el 13 de noviembre de 2013).

79. Clare Taylor, «Renewable Energy Cooperatives: Power to the People», *The Energy Collective*, 15 de febrero de 2013, <http://theenergycollective.com/claretaylor/186416/power-people-growth-renewable-energy-coopera tives>.

80. Bernward Janzing, «Energy Cooperatives Are Booming in Germany», *DW*, 6 de julio de 2012, <http://www.dw.de/energy-cooperatives-are-booming-in-germany/a-16076317>.

81. Jeevan Vasagar, «German Farmers Reap Benefits of Harvesting Renewable Energy», *Financial Times*, 2 de diciembre de 2013, <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/f2bc3958-58f4-11e3-9798-00144feabdc0.html#axzz2nMj6ILk2> (consultado el 13 de diciembre de 2013).

82. Janzing, «Energy Cooperatives Are Booming in Germany».

83. «About Middelgrunden Wind Cooperative», Middelgrundens Vindmollelaug Windfarm, 2003, <http://www.middelgrunden.dk/middelgrunden/?q=en/node/35>.

84. Peter Jacob Jørgensen, «Samsø: A Renewable Energy Island», *PlanEnergi*, 2007, págs. 7, 50, <http://sallan.org/pdf-docs/Samso.pdf>.

85. Tildy Bayar, «Community Wind Arrives Stateside», *Renewable Energy World*, 5 de julio de 2012, <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2012/07/community-wind-arrives-stateside>.

86. Megan McKoy, «Tackling Climate Change: Renewing Innovation», *Rural Missouri*, mayo de 2009, <http://www.ruralmissouri.org/NRECAClimate Change/ClimateChange11.html>.

87. Susan Kraemer, «Rural Electric Cooperative Completes $240 Million Wind Farm in 4 Months», *Clean Technica*, 1 de enero de 2010, <http://cleantechnica.com/2010/01/01/rural-electric-cooperative-completes-240-million-wind-farm-in-4-months/>.

88. Ibíd.

89. «Electric Cooperatives and Renewable Energy: Our Commitment to America», National Rural Electric Cooperative Association, marzo de 2012, <http://www.touchstoneenergy.com/about/Documents/RenewableEnergyBrochure.pdf>.

90. Jakob Miller y Jens Rommel, «Is There a Future Role for Urban Electricity Cooperatives? A Case of Greenpeace Energy», University of Berlin, <http://academia.edu/603390/IS_THERE_A_FUTURE_ROLE_FOR_URBAN_ELECTRICITY_COOPERATIVES_THE_CASE_OF_GREENPEACE_ENERGY>.

91. «Facts at a Glance», Public Transportation Takes Us There, <http://www.publictransportation.org/news/facts/Pages/default.aspx>; «Statistics», Interna tional Association of Public Transport. <http://www.uitp.org/knowledge/Statis tics.cfm>.

92. Benoit Montreuil, «Towards a Physical Internet: Meeting the Global Logistics Sustainability Grand Challenge», CIRRELT, 2 de enero de 2011, pág. 2, <https://www.cirrelt.ca/DocumentsTravail/CIRRELT-2011-03.pdf>.

93. «Potential for Energy Efficiency Improvement beyond the Light-Duty-Vehicle Sector», Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, febrero de 2013, <http://www.nrel.gov/docs/fy13osti/55637.pdf>, págs. 12, 13.

94. «Manufacturing and Trade Inventories and Salesabril 2013», *U.S. Census Bureau News*, 13 de junio de 2013, <http://www.census.gov/mtis/www/data/pdf/mtis_current.pdf>.

95. Montreuil, «Towards a Physical Internet», pág. 5.

96. Ibíd., pág. 2.

97. Ibíd., pág. 2.

98. «Path to Prosperity», SEIU, pág. 4, <http://www.seiu.org/images/pdfs/Path_to_Prosperity.pdf>.

99. Montreuil, «Towards a Physical Internet», págs. 2-5.

100. Ibíd.

101. Ibíd., pág. 15.

102. Josie Garthwaite, «Smarter Trucking Saves Fuel over the Long Haul», *National Geographic*, 23 de septiembre de 2011, <http://news.nationalgeographic.com/news/energy/2011/09/110923-fuel-economy-for-trucks/>.

Capítulo 13

1. Amy Chozick, «As Young Lose Interest in Cars, G.M. Turns to MTV for Help», *New York Times*, 22 de marzo de 2012, <http://www.nytimes.com/2012/03/23/business/media/to-draw-reluctant-young-buyers-gm-turns-to-mtv.html? pagewanted=all> (consultado el 29 de mayo de 2013).

2. Stephanie Steinberg y Bill Vlasic, «Car-Sharing Services Grow, and Expand Options», *New York Times*, 25 de enero de 2013, <http://www.nytimes.com/2013/01/26/business/car-sharing-services-grow-and-expand-options.html?_r=0> (consultado el 29 de mayo de 2013).

3. «Growing Awareness of Peer-to-Peer Car Sharing Will Boost Car Sharing Rentals in Less Populated Areas in Europe, Says Frost & Sullivan», Frost & Sullivan, 22 de agosto de 2012, <http://www.frost.com/sublib/display-press-release.do?searchQuery=car+sharing+europe+21%2C000&ctxixpLink=FcmCtx1&ctxixpLabel=FcmCtx2&id=265313501&bdata=aHR0cDovL3d3dy5mcm9zdC5jb20vc3JjaC9jYXRhbG9nLXNlYXJjaC5kbz9wYWdlU2l6ZT0xMiZxdWVyeVRleHQ9Y2FyK3NoYXJpbmcrZXVyb3BlKzIxJTJDMDAwJng9LTYyMCZ5PS0xNzBAfkBTZWFyY2ggUmVzdWx0c0B%2BQDEzNzAzNTk0NTI4MTU%3D> (consultado el 29 de mayo de 2013); «Car Sharing-Driving the Way to a Greener Future, Says Frost & Sullivan», Frost & Sullivan, 18 de febrero de 2010, <http://www.frost.com/prod/servlet/press-release. pag?Src=RSS&docid=193331843> (consultado el 29 de mayo de 2013); Danielle Sacks, «The Sharing Economy», *Fast Company*, mayo de 2011, <http://www.fastcompany.com/1747551/sharing-economy> (consultado el 19 de marzo de 2013).

4. Elliot Martin y Susan Shaheen, «The Impact of Carsharing on Household Vehicle Ownership», *ACCESS* nº 38, primavera de 2011, pág. 24.

5. David Zhao, «Carsharing: A Sustainable and Innovative Personal Transport Solution with Great Potential and Huge Opportunities», Frost & Sullivan, 28 de enero de 2010, <https://www.frost.com/sublib/display-market-insight. do? id=190795176> (consultado el 29 de mayo de 2013).

6. Elliot Martin y Susan Shaheen, «The Impact of Carsharing on Public Transit and Non-Motorized Travel: An Exploration of North American Carsharing Survey Data», *Energies* 4, 2011, págs. 2094-2114.

7. Susan A. Shaheen y otros, «Public Bikesharing in North America: Early Operator and User Understanding», Mineta Transportation Institute, junio de 2012, pág. 1.

8. Susan A. Shaheen y otros, «Bikesharing in Europe, the Americas, and Asia: Past, Present, and Future», *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2143, octubre de 2010, págs. 159-167.

9. Susan A. Shaheen y otros, «Public Bikesharing in North America: Early Operator and User Understanding», Mineta Transportation Institute, junio de 2012, pág. 27.

10. Ibíd., pág. 16.

11. Anita Hamilton, «Will Car-Sharing Networks Change the Way We Travel?», *Time*, 7 de febrero de 2012 <http://www.time.com/time/specials/packages/article/0,28804,2094921_2094923_2106141,00.html> (consultado el 29 de mayo de 2013).

12. Adam Cohen, Susan Shaheen y Ryan McKenzie, «Carsharing: A Guide for Local Planners», *PAS Memo*, 2008.

13. «Autolib' Brings Intelligent Car-Sharing to the Streets of Paris and Suburbs», Microsoft News Center, 12 de febrero de 2013, <http://www.microsoft. com/en-us/news/Features/2013/Feb13/02-12autolib.aspx> (consultado el 29 de mayo de 2013).

14. Dave Zhao, «Carsharing: A Sustainable and Innovative Personal Transport Solution with Great Potential and Huge Opportunities», Frost and Sullivan, 28 de enero de 2010, <http://www.frost.com/prod/servlet/market-insight-print. pag? docid=190795176> (consultado el 12 de noviembre de 2013).

15. Jeff Cobb, «GM Partners on Ground Floor Opportunity with RelayRides Carsharing», GM-Volt.com, 10 de octubre de 2011, <http://gm-volt.com/2011/10/10/gm-partners-on-ground-floor-opportunity-with-relayrides-carsharing/> (consultado el 29 de mayo de 2013).

16. «GM Enters Carsharing Business; Teams Up with RelayRides», GM News, 5 de octubre de 2011, <http://media.gm.com/media/us/en/gm/news.detail.html/content/Pages/news/us/en/2011/Oct/1005_relay.html> (consultado el 29 de mayo de 2013).

17. Lawrence Burns, «A Vision of Our Transport Future», *Nature* 497, 9 de mayo de 2013, págs. 181-182.

18. Ibíd.

19. Joann Muller, «With Driverless Cars, Once Again It Is California Leading the Way», *Forbes*, 26 de septiembre de 2012, <http://www.forbes.com/sites/joannmuller/2012/09/26/with-driverless-cars-once-again-it-is-california-leading-the-way/> (consultado el 2 de junio de 2013).

20. Chris Urmson, «The self-driving car logs more miles on new wheels», *Google Blog*, 7 de agosto de 2012, <http://googleblog.blogspot.com/2012/08/the-self-driving-car-logs-more-miles-on.html> (consultado el 2 de junio de 2013).

21. Mary Slosson, «Google gets first self-driven car license in Nevada», Reuters, 8 de mayo de 2012, <http://www.reuters.com/article/2012/05/08/uk-usa-nevada-google-idUSLNE84701320120508> (consultado el 3 de junio de 2013).

22. Alex Hudson, «Will Driverless Cars Mean Computer Crashes?» BBC News, 1 de octubre de 2012, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/programmes/9755210. stm> (consultado el 2 de junio de 2013).

23. John Markoff, «Google Cars Drive Themselves, in Traffic», *New York Times*, 9 de octubre de 2010, <http://www.nytimes.com/2010/10/10/science/10google.html?pagewanted=all&_r=0> (consultado el 2 de junio de 2013).

24. «2012 U.S. Automotive Emerging Technologies Study», J. D. Power and Associates, 26 de abril de 2012, <http://autos.jdpower.com/content/press-release/gGOwCnW/2012-u-s-automotive-emerging-technologies-study.htm> (3 de junio de 2013).

25. Jack Ewing, «A Benz with a Virtual Chauffeur», *New York Times*, 16 de mayo de 2013, <http://www.nytimes.com/2013/05/19/automobiles/a-benz-with-a-virtual-chauffeur.html?pagewanted=all&_r=0> (consultado el 28 de mayo de 2013).

26. Emi Kolawole, «A Win For Google's Driverless Car: Calif. Governor Signs a Bill Regulating Autonomous Vehicles», *Washington Post*, 25 de septiembre de 2012, <http://www.washingtonpost.com/blogs/innovations/post/a-win-for-googles-driverless-car-calif-governor-signs-a-bill-regulating-autonomo us-vehicles/2012/09/25/77bd3652-0748-11e2-a10c-fa5a255a9258_blog.html> (consultado el 2 de junio de 2013).

27. Jeremy Rifkin, *La era del acceso: la revolución de la nueva economía*, Barcelona, Paidós Ibérica, 2013.

28. Matthew Ruben, «Forgive Us Our Trespasses? The Rise of Consumer Debt in Modern America», *ProQuest*, febrero de 2009.

29. Danielle Sacks, «The Sharing Economy», Fast Company, mayo de 2011, <http://www.fastcompany.com/1747551/sharing-economy> (consultado el 12 de noviembre de 2013).

30. Rachel Botsman y Roo Rogers, *What's Mine Is Yours: The Rise of Collaborative Consumption*, Nueva York, HarperCollins, 2010, págs. xv-xvi.

31. Bruce Upbin, «Airbnb Could Have More Rooms than Hilton by 2012», *Forbes*, 29 de junio de 2011, <http://www.forbes.com/sites/bruceupbin/2011/06/29/airbnb-could-have-more-rooms-than-hilton-by-2012/> (consultado el 18 de junio de 2013).

32. «Airbnb at a Glance», <https://www.airbnb.com/about> (consultado el 18 de junio de 2013).

33. «Airbnb Global Growth», <https://www.airbnb.com/global-growth> (consultado el 18 de junio de 2013).

34. Andrew Cave, «Airbnb plans to be world's larget hotelier», *The Telegraph*, 16 de noviembre de 2013, <http://www.telegraph.co.uk/finance/newsbysector/retailandconsumer/leisure/10454879/Airbnb-plans-to-be-worlds-larget-hotelier.html> (consultado el 26 de noviembre de 2013).

35. «Couchsurfing: Statistics», *Couchsurfing*, 2013, <https://www.couchsurfing.org/statistics> (consultado el 19 de junio de 2013).

36. Cody Kittle, «Adventures in Couch Surfing: One Sojourner's Truth», *Time*, 15 de febrero de 2011, <http://www.time.com/time/printout/0,8816, 2045092,00.html#> (consultado el 19 de junio de 2013).

37. «Couchsurfing: Sharing Your Life», *Couchsurfing*, 2013, <https://www.couchsurfing.org/n/about> (consultado el 19 de junio de 2013).

38. Cody Kittle, «Adventures in Couch Surfing: One Sojourner's Truth», *Time*, 15 de febrero de 2011, <http://www.time.com/time/printout/0,8816, 2045092,00.html#> (consultado el 19 de junio de 2013).

39. «Couchsurfing: Statistics», *Couchsurfing*, 2013, <https://www.couchsurfing.org/statistics> (consultado el 19 de junio de 2013).

40. Katherine Boyle, «Why Buy that Dress, Movie, Car or Bike When You Can Rent?», *Washington Post*, 4 de marzo de 2012, <http://articles.washingtonpost.com/2012-03-04/lifestyle/35449189_1_zipcar-rent-ties> (consultado el 15 de junio de 2013).

41. «History and Background», The Freecycle Network, <http://www.freecycle.org/about/background> (consultado el 27 de junio de 2013).

42. Sarah Perez, «Kids' Clothing Consignment Service thredUP Prepares To Take On Threadflip, Poshmark & More With Move Into Women's Apparel», TechCrunch, 20 de febrero de 2013, <http://techcrunch.com/2013/02/20/kids-clothing-consignment-service-thredup-prepares-to-take-on-threadflip-poshmark-more-with-move-into-womens-apparel/> (consultado el 18 de junio de 2013).

43. «ThredUP Jobs with Part-Time, Telecommuting, or Flexible Working», FlexJobs, <http://www.flexjobs.com/jobs/telecommuting-jobs-at-thredup> (consultado el 18 de junio de 2013).

44. Sarah Perez, «Kids' Clothing Consignment Service thredUP».

45. Benny Evangelista, «S.F.'s Yerdle: Sharing Not Shopping», *San Francisco Chronicle*, 24 de noviembre de 2012, <http://www.sfgate.com/technology/article/S-F-s-yerdle-sharing-not-shopping-4063638.php> (consultado el 18 de junio de 2013).

46. Neal Gorenflo, «How Big Retail Could Mainstream Collaborative Consumption Overnight», Shareable, 6 de junio de 2012, <http://www.shareable.net/blog/how-big-retail-could-mainstream-collaborative-consumption-over night> (consultado el 19 de junio de 2013).

47. Ibíd.

48. Ibíd.

49. Ibíd.

50. Alex Pasternack, «SharedEarth.com: A Landshare Grapevine Linking Gardeners with Gardens», TreeHugger, 29 de abril de 2010, <http://www.treehugger.com/green-food/sharedearthcom-a-landshare-grapevine-linking-gardeners-with-gardens.html> (consultado el 21 de junio de 2013).

51. Ibíd.

52. Ibíd.

53. Charlotte Howard, «The Temporary Calm», *The Economist*, 9 de enero de 2013, <http://www.economist.com/blogs/democracyinamerica/2013/01/health-care-spending> (consultado el 18 de junio de 2013).

54. Sarah Arnquist, «Research Trove: Patients' Online Data», *New York Times*, 24 de agosto de 2009, <http://www.nytimes.com/2009/08/25/health/25web.html?pagewanted=all&_r=0> (consultado el 18 de junio de 2013).

55. Gilles J. Frydman, «Patient-Driven Research: Rich Opportunities and Real Risks», *Journal of Participatory Medicine* 1(1), 2009, <http://www.medscape.com/viewarticle/713872> (consultado el 19 de junio de 2013).

56. Ibíd.

57. Bruce Upton, «PatientsLikeMe is Building a Self-Learning Healthcare System», *Forbes*, 1 de marzo de 2013, <http://www.forbes.com/sites/bruceupbin/2013/03/01/building-a-self-learning-healthcare-system-paul-wicks-of-patientslikeme/> (consultado el 19 de junio de 2013); Frydman, «Patient-Driven Research», *art. cit.*

58. «PatientsLikeMe Social Network Refutes Published Clinical Trial», PatientsLikeMe, 25 de abril de 2011, <http://news.patientslikeme.com/press-release/patientslikeme-social-network-refutes-published-clinical-trial> (consultado el 20 de junio de 2013).

59. Ibíd.

60. Gilles Frydman, «Patient-Driven Research: Rich Opportunities and Real Risks», Journal of Participatory Medicine 1, octubre de 2009, <http://www.jopm.org/evidence/reviews/2009/10/21/patient-driven-research-rich-opportu nities-and-real-risks/> (consultado el 12 de noviembre de 2013).

61. «Wikipedians», *Wikipedia*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Wikipedians> (consultado el 18 de junio de 2013).

62. Dan Hoch y Tom Ferguson, «What I've Learned from E-Patients», *PLOS Medicine* 2(8), 2005, <http://www.plosmedicine.org/article/info:doi/10.1371/journal.pmed.0020206> (consultado el 19 de junio de 2013).

63. Ibíd.

64. Ibíd.

65. «Vice President Biden Announces Availability of Nearly $1.2 Billion in Grants to Help Hospitals and Doctors Use Electronic Health Records», *White House Statements and Releases*, 20 de agosto de 2009, <http://www.whitehouse. gov/the-press-office/vice-president-biden-announces-availability-nearly-12-bi llion-grants-help-hospitals> (consultado el 20 de junio de 2013).

66. Tim Carmody, «Google and CDC Show US Flu Epidemic among Worst in a Decade», *Verge*, 10 de enero de 2013, <http://www.theverge.com/2013/1/10/3861538/google-cdc-show-us-flu-epidemic-among-worst-in-decade> (consultado el 19 de junio de 2013).

67. Brooke Jarvis, «Twitter Becomes a Tool for Tracking Flu Epidemics and Other Public Health Issues», *Washington Post*, 4 de marzo de 2013, <http://articles.washingtonpost.com/2013-03-04/national/37429814_1_twitter-data-tweets-mark-dredze> (consultado el 19 de junio de 2013).

68. Claire Barrett, «One Day it Will be Possible to 3D-Print Human Heart», *Dezeen*, 19 de mayo de 2013, <http://www.dezeen.com/2013/05/19/3d-prin ting-organs-medicine-print-shift/> (consultado el 12 de julio de 2013).

69. Scott Smith, «Coming Soon to a 3D Printer near You: Human Tissue and Organs», *Quartz*, 30 de abril de 2013, <http://qz.com/78877/how-soon-will-we-be-able-to-3-d-print-entire-human-organs-sooner-than-you-think/> (consultado el 11 de julio de 2013).

70. Stuart Gray, «3D Printing Creates Synthetic "Tissue"», ABC Science, 5 de abril de 2013, <http://www.abc.net.au/science/articles/2013/04/05/3729985. htm> (12 de julio de 2013).

71. Laura Ungar, «Researchers Closing in on Printing 3-D Hearts», *USA Today*, 29 de mayo de 2013, <http://www.usatoday.com/story/tech/2013/05/29/health-3d-printing-organ-transplant/2370079/> (consultado el 11 de julio de 2013).

72. Mikayla Callen, «Scientists Advance 3D Printing toward Fabrication of Living Tissues and Functional Organs», *Objective Standard*, 9 de mayo de 2013, <http://www.theobjectivestandard.com/blog/index.php/2013/05/scientists-ad vance-3d-printing-toward-fabrication-of-living-tissues-and-functional-organs/> (consultado el 11 de julio de 2013).

73. «The Text of President Bush's Address Tuesday Night, after Terrorist Attacks on New York and Washington», *CNN*, 11 de septiembre de 2001, <http://archives.cnn.com/2001/US/09/11/bush.speech.text>.

74. «Magna Global Advertising Forecast 2013», *Magna Global*, <http://news.magnaglobal.com/magna-global/press-releases/advertising-growth-2013.print>.

75. Katherine A. MacKinnon, «User Generated Content vs. Advertising: Do Consumers Trust the Word of Others over Advertisers?», *Elon Journal of Undergraduate Research in Communications* 3, primavera de 2012, pág. 14.

76. Myles Anderson, «Study: 72% of Consumers Trust Online Reviews as Much as Personal Recommendations», *Search Engine Land*, 12 de marzo de 2012, <http://searchengineland.com/study-72-of-consumers-trust-online-reviews-as-much-as-personal-recommendations-114152>.

77. Kate Brown, «Review Websites: Is It a Genuine Review or Advertising in Disguise?», *Choice: The People's Watchdog*, 23 de enero de 2013, <http://www.choice.com.au/reviews-and-tests/money/shopping-and-legal/shopping/review%20sites.aspx>.

78. Katherine A. MacKinnon, «User Generated Content vs. Advertising», *art. cit.*

79. Anderson, «Study: 72% of Consumers Trust Online Reviews».

80. «About», Consumr: The People's Product Guide, <http://www.consumr.com/about> (consultado el 4 de noviembre de 2013); «GoodGuide Delivered to Your Phone», *GoodGuide*, 2011, <http://www.goodguide.com/about/mobile> (consultado el 19 de junio de 2013).

81. Katherine A. MacKinnon, «User Generated Content vs. Advertising», pág. 18.

82. Michael Learmonth, «As Fake Reviews Rise, Yelp, Others Crack Down on Fraudsters», *Advertising Age*, 30 de octubre de 2012, <http://adage.com/article/digital/fake-reviews-rise-yelp-crack-fraudsters/237486/>.

83. «Craigslist Factsheet», *Craigslist*, actualizado el 27 de marzo de 2013, <http://www.craigslist.org/about/factsheet>.

84. Jeff Jarvis, «When Innovation Yields Efficiency», *BuzzMachine*, 12 de junio de 2009, <http://buzzmachine.com/2009/06/12/when-innovation-yields-efficiency/>.

85. «Craigslist Factsheet.»

86. Saul J. Berman, Bill Battino, Louisa Shipnuck y Andreas Neus, «The End of Advertising as We Know It», IBM Global Business Services, 2007, pág. 8, <http://www-05.ibm.com/de/media/downloads/end-of-advertising.pdf>.

87. Eric Clemons, «Why Advertising Is Failing on the Internet», *Tech Crunch*, 22 de marzo de 2009, <http://techcrunch.com/2009/03/22/why-adver tising-is-failing-on-the-internet/>.

88. Ibíd.

89. «The End of Free Lunch-Again», *The Economist*, 19 de marzo de 2009, <http://www.economist.com/node/13326158>.

90. «Magna Global Advertising Forecast 2013»; «IAB Internet Advertising Revenue Report-2012 Full Year Results», PricewaterhouseCoopers, abril de 2013, <http://www.iab.net/media/file/IAB_PWC_Internet_Advertising_Revenue_Report_FY_2012_Apr_16_2013.pdf>.

91. Ki Mae Heussner, «Internet Advertising Still a Growth business, but Pace Slows», *Gigaom*, 11 de octubre de 2012, <http://gigaom.com/2012/10/11/internet-advertising-still-a-growth-business-but-pace-slows/>.

92. Claire Cain Miller, «Google Grapples with Mobile», *International New York Times*, 19-20 de octubre de 2013, pág. 14.

93. Ibíd.

94. «National Study Quantifies the "Sharing Economy" Movement», *PRNewswire*, 8 de febrero de 2012, <http://www.prnewswire.com/news-releases/national-study-quantifies-the-sharing-economy-movement-138949069.html> (consultado el 19 de marzo de 2013).

95. Neal Gorenflo, «The New Sharing Economy», *Shareable*, 24 de diciembre de 2010, <http://www.shareable.net/blog/the-new-sharing-economy> (consultado el 19 de marzo de 2013).

96. Bryan Walsh, «10 Ideas that Will Change the World: Today's Smart Choice: Don't Own. Share», *Time*, 17 de marzo de 2011, <http://www.time.com/time/specials/packages/article/0,28804,2059521_2059717,00.html> (consultado el 19 de marzo de 2013).

97. Danielle Sacks, «The Sharing Economy», *Fast Company*, 18 de abril de 2011, <http://www.fastcompany.com/1747551/sharing-economy> (consultado el 19 de marzo de 2013).

98. Bob Van Voris, «Apple Battles E-Books Pricing Claims in Antitrust Trial», *Bloomberg*, 3 de junio de 2012, <http://www.bloomberg.com/news/2013-06-03/apple-to-fight-e-books-pricing-claims-in-antitrust-trial.html> (consultado el 4 de junio de 2013).

99. De Clercq, «Analysis: Renewables Turn Utilities into Dinosaurs of the Energy World», Reuters, 8 de marzo de 2013, <http://www.reuters.com/article/2013/03/08/us-utilities-threat-idUSBRE92709 E20130308> (consultado el 30 de agusto de 2013).

Capítulo 14

1. Matthew Ericson, Elaine He y Amy Schoenfeld, «Tracking the $700 Billion Bailout», *New York Times*, 19 de junio de 2009, <http://www.nytimes.com/packages/html/national/200904_CREDITCRISIS/recipients.html> (consultado el 29 de marzo de 2013).

2. «Peer-to-Peer Lending: How Zopa works», Zopa, <http://uk.zopa.com/about-zopa/peer-to-peer-lending> (consultado el 11 de junio de 2013).

3. David Bornstein, «Crowdfunding Clean Energy», *New York Times*, 6 de marzo de 2013, <http://opinionator.blogs.nytimes.com/2013/03/06/crowd-fun ding-clean-energy/> (consultado el 6 de marzo de 2013).

4. «Amazon Payment Fees», Amazon, <http://www.kickstarter.com/help/amazon> (consultado el 11 de junio de 2013); «What Is Kickstarter?» Kickstarter, <http://www.kickstarter.com/hello?ref=nav> (consultado el 11 de junio de 2013).

5. «What Is Kickstarter?»

6. «Re-imagining US Solar Financing», Bloomberg New Energy Finance (4 de junio de 2012), de David Bornstein, «Crowdfunding Clean Energy», *The New York Times* Opinion Pages, 6 de marzo de 2013, <http://opinionator.blogs.nytimes.com/2013/03/06/crowd-funding-clean-energy/?_r=0> (consultado el 8 de noviembre de 2013).

7. Ibíd.

8. Ibíd;

9. Geert De Clercq, «Analysis: Renewables Turn Utilities into Dinosaurs of the Energy World», *Reuters*, 8 de marzo de 2013, <http://www.reuters.com/article/2013/03/08/us-utilities-threat-idUSBRE92709E20130308> (consultado el 8 de marzo de 2013)

10. Deborah L. Jacobs, «The Trouble with Crowdfunding», *Forbes*, 17 de abril de 2013, <http://www.forbes.com/sites/deborahljacobs/2013/04/17/the-trouble-with-crowdfunding/> (consultado el 18 de abril de 2013).

11. «Manipulating Peer2Peer Marketplaces: Controlling What You Aren't Supposed to Control», TaskUs, 1 de noviembre de 2012, <https://www.taskus.com/white_paper/manipulating-peer2peer-marketplaces-controlling-arent-sup posed-control/> (consultado el 8 de julio de 2013).

12. Jenna Wortham, «Trading in Your Old Web Threads in the Web», *New York Times*, 9 de octubre de 2009, <http://bits.blogs.nytimes.com/2009/10/09/tradin-in-your-old-threads-on-the-web/> (consultado el 28 de mayo de 2013).

13. «**FAQ**», TrustCloud, <https://trustcloud.com/faq> (consultado el 11 de junio de 2013).

14. Rachel Botsman y Roo Rogers, *What's Mine Is Yours: The Rise of Collaborative Consumption*, Nueva York, HarperCollins, 2010, pág. 179.

15. Cait Poynor Lamberton y Randall L. Rose, «When Is Ours Better than Mine? A Framework for Understanding and Altering Participation in Commercial Sharing Systems», *Journal of Marketing* 76(4), 1 de julio de 2012, págs. 109125.

16. «Who is the FDIC?», Federal Deposit Insurance Corporation, 18 de enero de 2013, <http://fdic.gov/about/learn/symbol/> (consultado el 27 de junio de 2013).

17. Ben Block, «Local Currencies Grow During Economic Recession», Worldwide Institute, 8 de enero de 2009, <http://www.worldwatch.org/node/5978> (consultado el 4 de junio de 2013).

18. Edgar Cahn, «Time Banking: An Idea Whose Time Has Come?», *Yes Magazine*, 17 de noviembre de 2011, <http://www.yesmagazine.org/new-economy/time-banking-an-idea-whose-time-has-come> (consultado el 13 de noviembre de 2013).

19. Eric Garland, «The Next Money: As the Big Economies Falter, Microcurrencies Rise», *The Atlantic*, 16 de mayo de 2012, <http://www.theatlantic.com/international/archive/2012/05/the-next-money-as-the-big-economies-fal ter-micro-currencies-rise/257216/> (consultado el 4 de junio de 2013).

20. Anthony Migchels, «The Swiss WIR, or: How to Defeat the Money Power», Real Currencies, 19 de abril de 2012, <http://realcurrencies.wordpress.com/2012/04/19/the-swiss-wir-or-how-to-defeat-the-money-power/> (consultado el 13 de noviembre de 2013).

21. «US Community Uses Local Currency to Weather Financial Storms», Voice of America, 6 de noviembre de 2011, <http://www.voanews.com/content/us-community-uses-local-currency-to-weather-financial-storms-133374073/163272.html> (consultado el 4 de junio de 2013).

22. Douglas Rushkoff, «Life Dollars: Finding Currency in Community», *Futurist*, septiembre-octubre de 2010, <http://www.wfs.org/content/life-do llars-finding-currency-community> (consultado el 5 de junio de 2013).

23. «US Community Uses Local Currency to Weather Financial Storms», VOAvideo, 2:31, 7 de noviembre de 2011, <http://www.youtube.com/watch?v=KRID85f-dmQ> (consultado el 4 de junio de 2013).

24. Helena Smith, «Euros Discarded as Impoverished Greeks Resort to Bartering», *The Guardian*, 2 de enero de 2013, <http://www.guardian.co.uk/world/2013/jan/02/euro-greece-barter-poverty-crisis> (consultado el 3 de enero de 2013); Ariana Eunjung Cha, «Spain's Crisis Spawns Alternative Economy that Doesn't Rely on the Euro», *The Guardian*, 4 de septiembre de 2012, <http://www.guardian.co.uk/world/2012/sep/04/spain-euro-free-economy> (consultado el 4 de junio de 2013).

25. Saabira Chaudhuri, «Bitcoin Price Hits New Record High», *Wall Street Journal*, 13 de noviembre de 2013, <http://online.wsj.com/news/articles/SB10001424052702303789604579195773841529160> (consultado el 13 de noviembre de 2013).

26. Garland, «The Next Money», *art. cit.*

27. Ibíd.

28. Judith D. Schwartz, «Alternative Currencies Grow in Popularity», *Time*, 14 de diciembre de 2008, <http://www.time.com/time/business/article/0,8599,1865467,00.html> (consultado el 5 de junio de 2013).

29. Hugo Martin, «Outdoor Retailer Patagonia Puts Environment Ahead of Sales Growth», *Los Angeles Times*, 24 de mayo de 2012, <http://articles.latimes.com/2012/may/24/business/la-fi-patagonia-20120525> (consultado el 27 de febrero de 2013).

30. «What are B Corps?-Legislation», B Corporation, 18 de abril de 2013, <http://www.bcorporation.net/what-are-b-corps/legislation> (consultado el 18 de abril de 2013).

31. John Elkington, «From the Triple Bottom Line to Zero», JohnElkington.com, <http://www.johnelkington.com/activities/ideas.asp> (consultado el 4 de marzo de 2013).

32. Eleanor Shaw y Sara Carter, «Social Entrepreneurship: Theoretical Antecedents and Empirical Analysis of Entrepreneurial Processes and Outcomes», *Journal of Small Business and Enterprise Development* 14(3), 2007, págs. 418-434, <http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=1621426&show=abst ract> (consultado el 3 de mayo de 2013).

33. «Capital Markets with a Conscious», *The Economist*, 1 de septiembre de 2009, <http://www.economist.com/node/14347606> (consultado el 3 de mayo de 2013).

34. «L3Cs-A Hybrid Low Profit Business Entity», Nolo, s.v., <http://www.nolo.com/legal-encyclopedia/l3cs-a-hybrid-low-profit-business-entity.html> (consultado el 3 de mayo de 2013).

35. «Elective Curriculum: Course Descriptions», Harvard Business School, <http://www.hbs.edu/coursecatalog/>; «Introduction to Social Entrepreneurs hip», Harvard Law School, <http://www.law.harvard.edu/academics/curriculum/catalog/index.html?o=64904>.

36. Kate Koch, «The business of changing the world», *Harvard Gazette*, 27 de febrero de 2012, <http://news.harvard.edu/gazette/story/2012/02/the-business-of-world-changing/> (consultado el 3 de mayo de 2013).

37. «Ashoka: Frequently Asked Questions», Ashoka, <https://www.ashoka.org/facts> (consultado el 3 de mayo de 2013); «Ashoka: About Us», Ashoka, <https://www.ashoka.org/about> (consultado el 13 de noviembre de 2013)

38. «Skoll Foundation: About», Skoll Foundation, <www.skollfoundation.org/about/> (consultado el 3 de mayo de 2013).

39. Ben Thornley, «Facts on U.S. Social Enterprise», *Huffington Post*, 8 de noviembre de 2012, <http://www.huffingtonpost.com/ben-thornley/social-enterprise_b_2090144.html> (consultado el 4 de mayo de 2013).

40. Mark Gould, «Taking Social Enterprise to New Heights», *The Guardian*, 26 de enero de 2010, <http://www.guardian.co.uk/society/2010/jan/27/peter-holbrook-social-enterprise-coalition> (consultado el 4 de mayo de 2013).

41. Jo Barraket, Nick Collyer, Matt O'Connor y Heather Anderson, «Finding Australia's Social Enterprise Sector: Final Report», FASES, junio de 2010, <http://www.socialtraders.com.au/finding-australias-social-enterprise-sector-fases-final-report> (consultado el 4 de mayo de 2013).

42. Lester Salamon, «Putting the Civil Society Sector on the Economic Map of the World», *Annals of Public and Cooperative Economics* 81(2), junio de 2010, págs. 187-188, <http://ccss.jhu.edu/wp-content/uploads/downloads/2011/10/Annals-junio-2010.pdf> (consultado el 3 de mayo de 2013).

43. Ibíd.

Capítulo 15

1. Catherine Brahic, «Americans Must Diet to Save Their Economy», *ABCNews*, 25 de julio de 2008, <http://abcnews.go.com/Technology/story?id=5443470&page=1#.Ua3tYkDqkb0> (consultado el 3 de junio de 2013).

2. «Preventing micronutrient malnutrition: a guide to food-based approaches», FAO, 1997, <http://www.fao.org/docrep/x0245e/x0245e01.htm> (consultado el 13 de noviembre de 2013).

3. «How to Feed the World in 2050», UN Food and Agriculture Organization, junio de 2009, pág. 2, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak542e/ak542e00. pdf> (consultado el 14 de junio de 2013).

4. Brahic, «Americans Must Diet to Save Their Economy», *art. cit.*

5. Paul R. Ehrlich y Anne H. Ehrlich, «Can a Collapse of Global Civilization Be Avoided?», *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280, 2013, pág. 2, <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/280/1754/20122845.full. pdf+html> (consultado el 8 de febrero de 2013); Monique Gruten y otros, «Living Planet Report 2012: Biodiversity, Biocapacity, and Better Choices», World Wildlife Fund, 2012, pág. 6, <http://awsassets.panda.org/downloads/1_lpr_2012_online_full_size_single_pages_final_120516.pdf> (consultado el 17 de enero de 2013).

6. Pyarelal, *Mahatma Gandhi*, vol. 10: *The Last Phase*, 2a parte, Ahmedabad, India, Navajivan, 1956, pág. 552.

7. «Ecological Footprint Accounting and Methodology», Global Footprint Network, <http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Part_III_Technical_Document.pdf> (consultado el 10 de junio de 2013).

8. Michael Borucke y otros, «National Footprints Accounts, 2011 Edition», *Global Footprint Network*, 2011, pág. 5, <http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/NFA_2011_Edition.pdf> (consultado el 10 de junio de 2013); Tim Radford, «How Many People Can the Earth Support?», *The Guardian*, 11 de noviembre de 2004, <http://www.guardian.co.uk/science/2004/nov/11/thisweekssciencequestions1> (consultado el 4 de junio de 2013).

9. Brad Ewing, David Moore, Steven Goldfinger, Anna Oursler, Anders Reed y Mathis Wackernagel, «Ecological Footprint Atlas 2010», Global Footprint Network, 13 de octubre de 2010, <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/ecological_footprint_atlas_2010> (consultado el 10 de junio de 2013).

10. Lester R. Brown, «Improving Food Security by Strategically Reducing Grain Demand», Earth Policy Institute, 9 de noviembre de 2010, <http://www. earth-policy.org/book_bytes/2010/pb4ch09_ss6> (consultado el 19 de junio de 2013); Mary Vanderkooi, M. D., *Village Medical Manual: A Layman's Guide to Healthcare in Developing Countries*, vol. I, Pasadena, CA, William Carey Library, 2000, pág. 39.

11. Anup Shah, «Poverty Facts and Stats», *Global Issues*, 7 de enero de 2013, <http://www.globalissues.org/article/26/poverty-facts-and-stats> (consultado el 23 de enero de 2013).

12. Tim Kasser, *The High Price of Materialism*, Chester, NJ, Bradford Book, 2002, págs. 5, 14.

13. Alison Grant, «Money = Happiness? That's Rich», *Sun Herald*, 8 de enero de 2005, <http://www.unlimitedloveinstitute.org/news/pdf/money_and_happiness.pdf> (consultado el 21 de marzo de 2013).

14. Richard Layard, *Happiness: Lessons from a New Science*, Nueva York, Penguin Press, 2006, págs. 29-30.

15. Peter A. Corning, «The Fair Society: It's Time to Re-Write the Social Contract», *Seattle Journal for Social Justice* 11(1), julio de 2012, pág. 205, <http://digital-commons.law.seattleu.edu/sjsj/vol11/iss1/17/> (consultado el 4 de mayo de 2013).

16. Robert D. Putnam, *Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community*, Nueva York, Simon and Schuster, 2001, pág. 140.

17. William James, *The Principles of Psychology*, vol. I, Nueva York, Henry Holt, 1890, págs. 291, 327.

18. Juliet B. Schor, *Born to Buy: The Commercialized Child and the New Consumer Culture*, Nueva York, Scribner, 2004, pág. 31 (trad. cast.: *Nacidos para comprar*, Barcelona, Paidós, 2006).

19. Ibíd., pág. 37.

20. Diane Swanbrow, «Empathy: College Students Don't Have as Much as They Used To», University of Michigan News Service, 27 de mayo de 2010, <http://ns.umich.edu/new/releases/7724> (consultado el 2 de abril de 2013).

21. Swanbrow, «Empathy»; Sara H. Konrath, Edward H. O'Brien y Courtney Hsing, «Changes in Dispositional Empathy in American College Students over Time: A Meta-Analysis», *Personality and Social Psychology Review* 5(2), 2011, págs. 180-181, <http://www.sitemaker.umich.edu/eob/files/konrathe tal2011.pdf> (consultado el 2 de abril de 2013).

22. Morley Winograd y Michael D. Hais, *Millenial Makeover: MySpace, YouTube, and the Future of American Politics*, Piscataway, NJ, Rutgers University Press, 2008, pág. 5.

23. Kelsey Sheehy, «10 Colleges Where the Most Students Study Abroad», *U.S. News and World Report*, 26 de febrero de 2013, <http://www.usnews.com/education/best-colleges/the-short-list-college/articles/2013/02/26/10-colleges-where-the-most-students-study-abroad> (consultado el 26 de febrero de 2013); Judi Lerman y otros, «Millennials' Attitudes toward Immigrants and Immigration Policies», *The Opportunity Agenda*, 2011, págs. 13-14, <http://opportunityagen da.org/millennials_attitudes_immigrants> (consultado el 14 de marzo de 2013).

24. Emily Esfahani Smith y Jennifer L. Aaker, «Millenial Searchers», *New York Times*, 1 de diciembre de 2013.

25. Ibíd.

26. Ibíd.

27. Kennon M. Sheldon y Holly A. McGregor, «Extrinsic Value Orientation and the Tragedy of the Commons», *Journal of Personality* 68(2), 2000, págs. 383-411, <http://web.missouri.edu/~sheldonk/pdfarticles/JP00trag.pdf> (consultado el 16 de junio de 2013).

28. David Madland y Ruy Teixeira, «New Progressive America: The Millennial Generation», Center for American Progress, 13 de mayo de 2009, <http://www.americanprogress.org/issues/progressive-movement/report/2009/05/13/6133/new-progressive-america-the-millennial-generation/> (consultado el 14 de marzo de 2013).

29. Ibíd.

30. Ronald Lee, «The Demographic Transition: Three Centuries of Fundamental Change», *Journal of Economic Perspectives* 17(4), otoño de 2003, págs. 167-190.

31. «Kandeh K. Yumkella and Jeremy Rifkin Speaking about the Third Industrial Revolution», UNIDO vídeo 3:27, 29 de noviembre de 2011, <http://www.youtube.com/watch?v=wJYuMTKG8bc> (consultado el 6 de junio de 2013).

32. Geoffrey Mohan, «Carbon Dioxide Levels in Atmosphere Pass 400 Milestone, Again», *Los Angeles Times*, 20 de mayo de 2013, <http://www.latimes.com/news/science/sciencenow/la-sci-sn-carbon-dioxide-400-20130520,0,7130588.story> (consultado el 21 de mayo de 2013); «Why are humans responsible for global warming?», Environmental Defense Fund, 2013, <http://www.edf.org/climate/human-activity-causes-warming> (consultado el 21 de mayo de 2013).

33. «Climate Change Indicators in the United States: Atmospheric Concentrations of Greenhouse Gases», US Environmental Protection Agency, 13 de junio de 2013, <http://www.epa.gov/climatechange/science/indicators/ghg/ghg-concentrations.html> (consultado el 27 de junio de 2013).

34. Susan Joy Hassol, «Emissions Reductions Needed to Stabilize Climate», *Climate Communication*, 2011, págs. 1, 4, <http://www.climatecommunication.org/wp-content/uploads/2011/08/presidentialaction.pdf> (consultado el 28 de junio de 2013).

35. Ibíd., pág. 2.

36. Kevin E. Trenberth, «Changes in Precipitation with Climate Change», *Climate Research* 47, marzo de 2011, pág. 123, <http://nldr.library.ucar.edu/repository/assets/osgc/OSGC-000-000-000-596.pdf> (consultado el 27 de junio de 2013).

37. Julia Whitty, «Gone: Mass Extinction and the Hazards of Earth's Vanishing Biodiversity», *Mother Jones*, mayo-junio de 2007, <http://www.motherjones.com/environment/2007/05/gone> (consultado el 3 de mayo de 2013).

38. James Hanson y otros, «Target Atmospheric CO_2: Where Should Humanity Aim?», *The Open Atmospheric Science Journal*, 2, 2008, pág. 217, <http://pubs.giss.nasa.gov/docs/2008/2008_Hansen_etal.pdf> (consultado el 25 de junio de 2013).

39. Bruce Campbell, «Serious about climate change? Talk about agriculture», CNN, 21 de noviembre de 2013, <http://globalpublicsquare.blogs.cnn.com/2013/11/21/serious-about-climate-change-talk-about-agriculture/> (consultado el 25 de noviembre de 2013).

40. Erica Rex, «Catastrophic European Floods Raise Climate Concerns», *Environment & Energy Publishing*, 10 de junio de 2013, <http://www.eenews.net/stories/1059982544/> (consultado el 11 de junio de 2013).

41. Laura Stevens, «Flooded Europe Towns Brace for New Recovery», *Wall Street Journal*, 9 de junio de 2013, <http://online.wsj.com/article/SB10001424127887324904004578535492504355754.html> (consultado el 11 de junio de 2013).

42. Ibíd.

43. Gary Paul Nabham, «Our Coming Food Crisis», New York Times, 21 de julio de 2013, <http://www.nytimes.com/2013/07/22/opinion/our-coming-food-crisis.html?_r=0> (consultado el 25 de noviembre de 2013).

44. Brad Plumer, «What we know about climate change and drought», 24 de julio de 2012, <http://www.washingtonpost.com/blogs/wonkblog/wp/2012/07/24/what-we-know-about-climate-change-and-drought/> (consultado el 25 de noviembre de 2013).

45. Justin Sheffield, Julio E. Herrera-Estrada, Kelly Caylor y Eric F. Wood, «Drought, Climate Change and Potential Agricultural Productivity», <http://www.nasa.gov/pdf/607932main_sheffield_et_al_drought_press_conf.pdf> (consultado el 25 de noviembre de 2013)

46. «Impact of Climate Change on Agriculture-Fact Sheet on Asia», International Food Policy Research Institute, 2009, <http://www.ifpri.org/publication/impact-climate-change-agriculture-factsheet-asia> (consultado el 27 de febrero de 2013); Lenny Bernstein, Peter Bosch, Osvaldo Canziani y otros, «Climate Change 2007: Synthesis Report», *Intergovernmental Panel on Climate Change*, 12 de noviembre de 2007, págs. 20-21, <http://www.ipcc.ch/pdf/as sessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf> (consultado el 3 de marzo de 2013).

47. «Impact of Climate Change on Agriculture-Fact Sheet on Sub-Saharan Africa», International Food Policy Research Institute, 2009, <http://www.ifpri.org/publication/impact-climate-change-agriculture-factsheet-sub-saharan-africa> (consultado el 27 de febrero de 2013).

48. «Impact of Climate Change on Agriculture-Fact Sheet on Middle East and North Africa», International Food Policy Research Institute, 2009, <http://www.ifpri.org/publication/impact-climate-change-agriculture-factsheet-middle-east-and-north-africa> (consultado el 27 de febrero de 2013).

49. «Impact of Climate Change on Agriculture-Fact Sheet on Latin America and the Caribbean», International Food Policy Research Institute, 2009, <http://www.ifpri.org/publication/impact-climate-change-agriculture-facts heet-latin-america-and-caribbean> (consultado el 27 de febrero de 2013).

50. Wolfram Schlenker y Michael J. Roberts, «Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106(37), 15 de septiembre de 2009, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC27471 66/> (consultado el 22 de julio de 2013).

51. Andy Newman, «Hurricane Sandy vs. Hurricane Katrina», *New York Times*, 27 de noviembre de 2012, <http://cityroom.blogs.nytimes.com/2012/11/27/hurricane-sandy-vs-hurricane-katrina/> (consultado el 11 de junio de 2013).

52. Ibíd.

53. «Status of the Nuclear Reactors at the Fukushima Daiichi Power Plant», *New York Times*, 29 de abril de 2011, <http://www.nytimes.com/interactive/2011/03/16/world/asia/reactors-status.html> (consultado el 22 de junio de 2013); Mitsuru Obe, «Japan Finds Radiation Spread over a Wide Area», *Wall Street Journal*, 31 de agosto de 2011, <http://online.wsj.com/article/SB10001424053111904332804576540131142824362.html> (consultado el 22 de junio de 2013).

54. «Transport, Infrastructure, and Building Russia: Vulnerabilities-Pipelines», Centre for Climate Adaption, <http://www.climateadaptation.eu/russia/transport-infrastructure-and-building/> (consultado el 23 de mayo de 2013).

55. Dirk Rubbelke y Stefan Vogele, «Impacts of Climate Change on European Critical Infrastructures: The Case of the Power Sector», *Environmental Science and Policy* 14(1), 2011; Anita Elash, «Heat Spells Trouble for France's Nuclear Reactors», *NPR*, 21 de agosto de 2007, <http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=13818689> (consultado el 2 de febrero de 2013).

56. «Six Sources of Energy - One Energy System», Vattenfall, 2013, <http://www.vattenfall.com/en/file/Nuclear_power-ENG.pdf_16469558.pdf> (consultado el 14 de noviembre de 2013).

57. «New York Subway Repairs Border «on the Edge of Magic»», *New York Times*, 8 de noviembre de 2012, <http://www.nytimes.com/2012/11/09/nyregion/new-york-subways-find-magic-in-speedy-hurricane-recovery.html?pagewanted=all> (consultado el 11 de junio de 2013).

58. «Infrastructure, Engineering and Climate Change Adaptation-ensuring services in an uncertain future», *Engineering the Future*, Londres, Royal Academy of Engineering, 2011, pág. 21, <https://www.gov.uk/government/publications/infrastructure-engineering-and-climate-change-adaptation-ensuring-services-in-an-uncertain-future> (consultado el 27 de junio de 2013).

59. James Neumann, «Adaptation to Climate Change: Revisiting Infrastructure Norms», Resources for the Future Issue Brief 09-15, diciembre de 2009, pág. 4, <http://www.rff.org/RFF/Documents/RFF-IB-09-15.pdf> (consultado el 14 de noviembre de 2013).

60. Choe Sang-Hun, «Computer Networks in South Korea Are Paralyzed in Cyberattacks», *New York Times*, 20 de marzo de 2013, <http://www.nytimes.com/2013/03/21/world/asia/south-korea-computer-network-crashes.html> (consultado el 21 de marzo de 2013); Siobhan Gorman, «Electricity Grid in U.S. Penetrated by Spies», *Wall Street Journal*, 8 de abril de 2009, <http://online.wsj.com/article/SB123914805204099085.html> (consultado el 21 de marzo de 2013).

61. James A. Lewis, «Assessing the Risks of Cyber Terrorism, Cyber War, and Other Cyber Threats», Center for Strategic and International Studies, 2002, pág. 1, <http://csis.org/files/media/csis/pubs/021101_risks_of_cyberterror. pdf> (consultado el 15 de junio de 2013).

62. Nicole Perlroth y David E. Sanger, «Cyberattacks Seem Meant to Destroy, Not Just Disrupt», *New York Times*, 28 de marzo de 2013, <http://www.nytimes.com/2013/03/29/technology/corporate-cyberattackers-possibly-state-backed-now-seek-to-destroy-data.html?pagewanted=all&_r=0> (consultado el 29 de marzo de 2013).

63. Jamie Miyazaki, «Power Up on Smart Grid Cyber Security», *Wall Street Journal*, 25 de febrero de 2010, <http://blogs.wsj.com/source/2010/02/25/power-up-on-smart-grid-cyber-security/> (consultado el 16 de julio de 2013); «Global Cybersecurity Market to Reach $61 billion This Year», *Infosecurity*, 30 de enero de 2012, <http://www.infosecurity-magazine.com/view/23548/> (consultado el 16 de julio de 2013).

64. «Report of the Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack», EMP Commission, abril de 2008, pág. vii.

65. Ibíd.

66. Stew Magnuson, «Feds Fear Coordinated Physical, Cyber-Attacks on Electrical Grids», *National Defense*, septiembre de 2012, <http://www.nationaldefensemagazine.org/archive/2012/september/Pages/FedsFearCoordinatedPhysical,Cyber-AttacksonElectricalGrids.aspx> (consultado el 16 de julio de 2013).

67. «Cybersecurity», *Congressional Record* 158, nº 103, 11 de julio de 2012, pág. 7, <http://www.fas.org/irp/congress/2012_cr/whitehouse-cyber2.html> (consultado el 16 de julio de 2013).

68. Matthew L. Wald, «A Drill to Replace Crucial Transformers (Not the Hollywood Kind)», *New York Times*, 14 de marzo de 2012, <http://www.nytimes.com/2012/03/15/business/energy-environment/electric-industry-runs-transformer-replacement-test.html> (consultado el 16 de julio de 2013).

69. Matthew L. Wald, «Terrorist Attack on Power Grid Could Cause Broad Hardship, Report Says», *New York Times*, 14 de noviembre de 2012, <http://www.nytimes.com/2012/11/15/science/earth/electric-industry-is-urged-to-gird-against-terrorist-attacks.html?_r=0> (consultado el 16 de julio de 2013).

70. April Mara Major, «Norm Origin and Development in Cyberspace: Models of Cybernorm Evolution», *Washington University Law Review* 78(1), 2000, págs. 78-79; «Paul Baran and the Origins of the Internet», RAND Corporation, 2013, <http://www.rand.org/about/history/baran.html> (consultado el 14 de noviembre de 2013).

71. Diane Cardwell, «Solar Companies Seek Ways to Build an Oasis of Electricity», *New York Times*, 19 de noviembre de 2012, <http://www.nytimes.com/2012/11/20/business/energy-environment/solar-power-as-solution-for-storm-darkened-homes.html> (consultado el 2 de febrero de 2013).

72. «SPIDERS Microgrid Project Secures Military Installations», Sandia National Laboratories, 22 de febrero de 2012, <https://share.sandia.gov/news/resources/news_releases/spiders/> (consultado el 29 de mayo de 2013).

Capítulo 16

1. Robin Dunbar, *Grooming, Gossip, and the Evolution of Language*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1998, pág. 70.

2. Roger B. Beck y otros, *World History: Patterns of Interaction*, Boston, McDougal Littell, 2006, pág. 27, <http://www.ltisdschools.org/cms/lib/TX21000349/Centricity/Domain/287/Chapter2.pdf> (consultado el 6 de noviembre de 2013).

3. Georg Wilhelm Friedrich Hegel, *Lectures on the Philosophy of World History*, Cambridge, UK, Cambridge University Press, 1975, pág. 79.

Epílogo

1. Adam Smith, *An Inquiry Into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, Londres, W. Strahan and T. Cadell, 1776.

2. Toby Elwin, «The Cost of Culture, a 50% turnover of the Fortune 500», *Toby Elwin*, 4 de febrero de 2010, <http://www.tobyelwin.com/the-cost-of-cul ture-a-50-turnover-of-the-fortune-500/> (consultado el 6 de noviembre de 2013).

La sociedad de coste marginal cero

Jeremy Rifkin

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal)

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra.

Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47

Título original: *The Zero Marginal Cost Society*

Publicado originalmente en inglés por Palgrave Macmillan

© del diseño de la cubierta, Judit G. Barcina

© de la ilustración de la cubierta, Markus Gann / Shutterstock; theBookDesigners

© 2014 Jeremy Rifkin Enterprises

AH rights reserred

© de la traducción, Genis Sánchez Barberán, 2014

© de todas las ediciones en castellano

Espasa Libros, S. L. U., 2014

Paidós es un sello editorial de Espasa Libros, S. L. U.

Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España)

www.planetadelibros.com

Primera edición en libro electrónico (epub): septiembre 2014

ISBN: 978-84-493-3057-5 (epub)

Conversión a libro electrónico: Newcomlab, S. L. L.

www.newcomlab.com